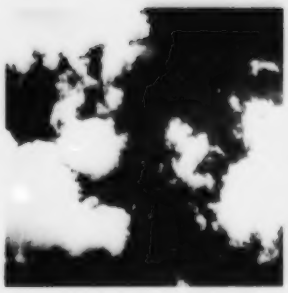

RAPPORT SUR LES OPTIONS

Réduire

les émissions de gaz à effet de serre issues DE l'agriculture canadienne

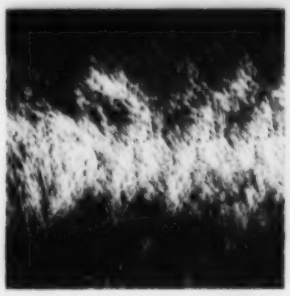

Table de concertation de l'agriculture et de l'agroalimentaire sur le changement climatique

JANVIER 2000

100-04942/

RAPPORT SUR LES OPTIONS

Réduire les émissions de gaz à effet de serre issues de l'agriculture canadienne

Table de concertation de l'agriculture et de l'agroalimentaire sur le changement climatique

Janvier 2000

Numéro de publication #: 2028/F

Rapport sur les options : Réduire les émissions de gaz à effet de serre issues de l'agriculture canadienne

Résumé

En réponse au Protocole de Kyoto, les premiers ministres canadiens ont demandé à leurs ministres de l'Environnement et de l'Énergie d'élaborer une stratégie nationale détaillée visant la réduction des émissions canadiennes de gaz à effet de serre (GES). Les ministres ont ainsi créé le Secrétariat national du changement climatique, qui a mis sur pied 16 *Tables de concertation* ayant pour mandat d'étudier les options qui permettraient de réduire les émissions canadiennes de GES. Dans leurs *Rapports sur les options*, ces tables de concertation ont établi, analysé et évalué les politiques qui pourraient réduire ces émissions dans leurs secteurs. Le présent document est le Rapport sur les options de la Table de concertation de l'agriculture et de l'agroalimentaire.

Environ 9,5 % des émissions canadiennes de gaz à effet de serre sont issues des activités de production agricole selon le système de l'inventaire national, sans tenir compte de l'utilisation des combustibles fossiles ou des émissions indirectes de GES liées à production d'engrais. Contrairement à ce qu'on observe dans d'autres secteurs, les émissions de dioxyde de carbone dues à l'utilisation de combustibles fossiles ne constituent qu'une faible part des émissions de GES dans le secteur agricole. Les émissions du secteur agricole sont principalement constituées d'oxyde nitreux, associé à l'utilisation des engrais et des fumiers, et de méthane, associé au fumier des animaux de ferme. Les cultures et les fourrages captent du dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère, lequel se trouve incorporé dans les parties aériennes et racinaires des végétaux, ce qui a pour effet d'enrichir les sols en carbone organique. Ce matériel végétal peut être utilisé comme puits quand il est entreposé sur de longues périodes, ou peut être utilisé dans des produits qui remplacent les combustibles fossiles.

La nature complexe des processus biologiques responsables de la production des principaux GES dans le secteur agricole fait que les émissions sont très variables et sporadiques. Vu la variabilité des émissions, on compte encore de nombreuses lacunes scientifiques relativement à la mesure et à la compréhension des émissions agricoles de GES. Le problème du changement climatique vient compliquer la situation encore plus, parce que le changement climatique pourrait influer sur ces processus biologiques. Ainsi, la Table de concertation de l'agriculture et de l'agroalimentaire n'a pu sur bien des points que réunir et évaluer des connaissances limitées. Par ailleurs, comme les émissions agricoles ne sont pas liées à la consommation d'énergie, on a dû faire appel à un modèle particulier pour le secteur agricole, la plupart des modèles étant fondés sur la consommation d'énergie dans l'économie générale.

La recherche élargie et systématique de technologies permettant de réduire les émissions de GES n'a permis d'en repérer que seulement quelques-unes qui pourraient avec certitude réduire de façon importante les émissions agricoles à un faible coût. Dans la plupart des cas, on savait peu

de choses des effets des technologies de rechange ou des coûts économiques des technologies. Il est apparu très clairement qu'il fallait effectuer davantage de recherches pour évaluer ces technologies et en découvrir d'autres qui permettraient de réduire encore plus les émissions de GES.

Les technologies qui se sont avérées capables de réduire les émissions de GES à faible coût impliquaient des puits de carbone qui ne sont pas mentionnés dans le Protocole de Kyoto. L'accroissement des semis directs (culture sans labour), la réduction des jachères, l'amélioration des stratégies de broutage et la conversion des terres agricoles en milieux humides et en habitats fauniques sont prometteurs à titre de puits édaphiques pour réduire les émissions nettes.

L'agro-foresterie et les plantations brise-vent sont prometteurs à titre de puits forestiers. La fabrication de carton paille et d'autres fibres le sont aussi à titre de puits industriels pour réduire les émissions nettes. En vertu de son engagement à réduire les émissions de GES, le Canada peut très bien promouvoir activement ces technologies suffisamment bien connues, même si elles ne sont pas considérées dans le Protocole de Kyoto. Cependant, on aura besoin d'investissements supplémentaires en recherche et en développement pour élaborer et établir à l'échelle nationale des systèmes de mesure et de vérification acceptables à l'échelle internationale.

D'autres secteurs devraient aussi permettre de réduire les émissions de GES, dont la gestion des éléments nutritifs des cultures, des aliments nutritifs des animaux de ferme et des fumiers et les biocombustibles. Bien que certains aspects de ces technologies soient documentés, il y avait dans chacun de ces secteurs une incertitude quant aux effets des diverses technologies particulières et, ce qui est plus important, en ce qui concerne les meilleures technologies à utiliser. Cette incertitude laisse penser que de nouvelles recherches fondamentales et appliquées sont nécessaires avant de promouvoir telle ou telle technologie.

La recherche visant la réduction des GES en agriculture en est encore à ses balbutiements : il s'agit d'un tout nouveau problème. On n'en sait pas assez sur les effets des nombreuses technologies utilisées aujourd'hui. Les technologies doivent être envisagées en tant qu'éléments des systèmes agricoles, lesquels s'inscrivent à leur tour dans des systèmes plus vastes. La présente étude permettra de mieux comprendre les processus et de peaufiner les meilleures technologies existantes pour en tirer des technologies encore plus efficaces. Par ailleurs, il faut encore déterminer quelles sont les meilleures institutions privées et publiques qui permettront de réduire les émissions de façon économique, et donc mettre en branle un processus continu d'élaboration de politiques.

Malgré d'importantes lacunes dans nos connaissances, la Table de concertation a conclu que l'agriculture peut contribuer largement à la réduction des émissions nettes de GES. Le secteur agricole a déjà adopté des technologies qui ont réduit les émissions de GES pour d'autres raisons environnementales et économiques. Si ce secteur est incité à réduire ces émissions, l'expérience nous montre qu'il ira dans cette voie en trouvant et en adoptant des technologies qui réduisent encore plus les émissions nettes de GES. Il pourra y arriver en utilisant des technologies qui

réduisent plus efficacement les émissions directes de GES et qui accroissent la quantité de puits de carbone dans les sols, les forêts et les produits agro-industriels, comme le carton paille.

Pour réduire efficacement les coûts liés à la réduction des émissions de GES, la Table de concertation est d'avis que les politiques ne peuvent exiger une surveillance et une vérification de chacune des mesures prises, ni entraîner de fortes hausses des coûts de production. Le nombre très élevé d'agriculteurs et la complexité des systèmes rendent très difficiles et coûteuses la surveillance et la vérification de ces diverses mesures. En outre, de façon générale, les agriculteurs canadiens sont confrontés aux marchés mondiaux et disposent de marges de manoeuvre très minces, de sorte qu'ils ne peuvent pratiquement pas faire absorber par les consommateurs les coûts additionnels liés à la réduction des GES.

Vu ces limitations, notre Table de concertation a conclu que le meilleur moyen pour réduire les émissions agricoles nettes de GES est de mettre au point et de promouvoir des technologies qui accroissent la rentabilité et qui seraient facultatives. Bien qu'il existe déjà certaines technologies qui accroissent les profits et réduisent les émissions de GES, la stratégie d'adoption doit notamment consister à découvrir et à développer de nouvelles technologies rentables de réduction de ces émissions. Cette stratégie de recherche et de développement doit prendre en considération les diverses étapes du processus et les rôles appropriés respectifs des secteurs privé et public. On doit développer les technologies à faible coût qui ont déjà fait leurs preuves, grâce à des programmes de vulgarisation et d'incitatifs, tout en entreprenant de nouvelles recherches pour estimer avec plus de précision leurs impacts sur les émissions de GES.

Les recommandations que contient ce rapport indiquent la façon dont les gouvernements peuvent créer un climat propice à une réduction nette des émissions de GES dans le secteur agricole moyennant un coût économique minimal pour le secteur et pour l'économie canadienne dans son ensemble. Les recommandations sont étayées dans le corps du rapport par une description de l'approche analytique de la Table et des éléments scientifiques et économiques que la Table a utilisés pour les élaborer.

Pour réduire les émissions de GES, il faudra que les pouvoirs publics et le secteur privé y mettent du leur. Il se peut que certains moyens de recherche-développement fournis par les gouvernements offrent la possibilité au secteur privé de profiter de l'adoption de technologies améliorées. Un secteur privé mieux renseigné reconnaîtra également qu'en raison de l'importance que revêt l'environnement sur les marchés internationaux et des possibilités d'échanger des droits d'émission, la création d'un secteur émettant peu de GES est sans doute une bonne affaire. Enfin, le gouvernement doit confirmer sa volonté de réduire les émissions et décréter que tout secteur qui ne trouve pas le moyen de contribuer à la réduction des émissions de GES risque de se voir imposer des mesures obligatoires à l'avenir.

Les recommandations sont le fruit de 16 mois de recherches et de délibérations par la Table. Elles constituent le cadre de la stratégie nationale de réduction rentable des émissions nettes de GES dans le secteur agricole. Le capital humain et social qu'incarne cette Table est une ressource

précieuse qui pourra être consultée pour peaufiner et mettre en oeuvre les stratégies de réduction des émissions de GES.

Bon nombre des recommandations doivent être mises en oeuvre immédiatement et simultanément pour avoir un véritable impact d'ici la période d'engagement 2008-2012. La recherche prend du temps, et elle doit donc être entreprise rapidement pour qu'on puisse bénéficier de ses résultats le plus tôt possible. Il en va de même pour les programmes de vulgarisation, car le processus d'adoption est long lui aussi. Cette rapidité d'action est particulièrement critique pour les membres du secteur qui s'agrandissent dès aujourd'hui et qui investissent dans les technologies qu'ils utiliseront en 2008. Les mesures hâtives favorisent aussi l'utilisation des technologies qui sont clairement peu coûteuses et devraient être appliquées le plus tôt possible. La nécessité d'agir rapidement sur de nombreux fronts exige un engagement immédiat de ressources et la création immédiate et concertée d'institutions et de politiques pour l'allocation de ces ressources. Pour ce faire, on devra largement consulter les principaux intéressés.

La Table de concertation présente onze recommandations :

Recommandation 1. Les pouvoirs publics doivent débloquer des moyens pour contribuer à étoffer les connaissances qu'il faut pour stimuler l'adoption de technologies qui ont fait leurs preuves. Par exemple, les pouvoirs publics doivent collaborer avec le secteur privé pour encourager l'adoption de systèmes des gestion du broutage, de stratégies d'alimentation des animaux et de systèmes de culture sans labour améliorés.

Recommandation 2. Compte tenu des avantages qui résultent pour le public d'une solide connaissance des technologies rentables et de l'intérêt économique qu'il y a à les adopter, les gouvernements doivent offrir des incitatifs publics visant l'adoption de technologies contribuant à réduire les émissions de GES. Il faudra que ces incitatifs publics restent en place jusqu'à l'établissement de marchés pour la réduction des émissions dans le secteur agricole. Par exemple, les pouvoirs publics doivent collaborer avec le secteur privé pour offrir des incitatifs financiers visant l'établissement de plantations brise-vent.

Recommandation 3. Le gouvernement fédéral doit continuer d'insister pour que les puits édaphiques, forestiers et industriels soient inclus dans le Protocole de Kyoto et s'assurer que les lignes directrices du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) reflètent fidèlement la situation du Canada.

Recommandation 4. Les gouvernements doivent débloquer des crédits de recherche gérés par le secteur agricole pour stimuler les activités de recherche-développement sur les technologies appliquées visant à réduire les émissions de GES.

Recommandation 5. Les gouvernements doivent débloquer des ressources publiques à l'appui des recherches fondamentales visant une réduction nette des émissions de GES, surtout dans les domaines de la gestion des éléments nutritifs des cultures et des animaux, de la gestion des fumiers, de la séquestration du carbone et des biocombustibles.

Recommandation 6. Dans le cadre d'une stratégie nationale, les gouvernements doivent collaborer avec le secteur agricole pour peaufiner les systèmes nationaux d'inventaire, de mesure et de vérification relatifs aux émissions nettes de GES pour qu'ils reflètent les progrès technologiques. La surveillance doit consister à recueillir des données brutes plus précises et à peaufiner les modèles analytiques qui peuvent servir à gérer et à évaluer l'efficacité des politiques de réduction des émissions de GES.

Recommandation 7. Dans le cadre du processus national, il convient de surveiller et de publier les tendances des émissions de GES dans tous les secteurs de l'agriculture de toutes les provinces.

Recommandation 8. Les gouvernements doivent collaborer avec le secteur agricole pour établir des objectifs de réduction des émissions de GES et prévoir des incitatifs pour les atteindre.

Recommandation 9. Les gouvernements doivent aider le secteur agricole à élaborer et à peaufiner de bonnes pratiques de gestion pour réduire les émissions de GES.

Recommandation 10. Les gouvernements doivent débloquer des fonds pour financer les recherches stratégiques, les études de marché, les recherches juridiques et d'autres infrastructures publiques afin de faciliter l'élaboration de mécanismes commerciaux qui récompenseront toute baisse des émissions nettes de GES par le secteur agricole.

Recommandation 11. Les gouvernements doivent collaborer avec des partenaires du secteur privé à l'élaboration d'une stratégie qui renforcera la capacité du secteur agricole de s'adapter aux changements climatiques en utilisant des systèmes de production durables.

Table des matières

Résumé i

1 Introduction 1
1.1 Le problème planétaire des émissions de gaz à effet de serre et les politiques nationales 1
1.2 Le secteur agricole et les émissions de gaz à effet de serre 2
1.3 Objectif du rapport 3
1.4 Aperçu du rapport 4

2 La recherche systématique de mesures permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre 5
2.1 La Table de concertation 5
2.2 L'approche analytique 5
2.3 Le Document de base 7
2.4 Documents d'experts 7
2.5 Phase I 7
2.6 Phase II 8
2.7 Liens avec les autres Tables de concertation 8
2.8 Élaboration des recommandations 9

3 Compte rendu de la Phase I 10
3.1 Gestion des herbages et du broutage (CO_2, N_2O et CH_4) 10
3.2 Gestion des sols (CO_2 et N_2O) 10
3.3 Gestion des éléments nutritifs des sols (N_2O) 12
3.4 Alimentation et gestion des animaux de ferme (CO_2, N_2O et CH_4) 13
3.5 Utilisation des résidus des cultures dans des produits industriels (CO_2) 14
3.6 Gestion de l'eau (CO_2, N_2O et CH_4) 15
3.7 Gestion des fumiers (CO_2, N_2O et CH_4) 16
3.8 Séquestration de carbone au moyen de brise-vent (CO_2 et N_2O) 17
3.9 Production de biocombustibles (CO_2 et N_2O) 18

4 Analyse économique 19
4.1 Processus de modélisation 19
4.2 Description des stratégies de réduction évaluées à la phase II 21
4.3 Interprétation de l'analyse économique 24

5 Défis et possibilités en matière de politiques de réduction des gaz à effet de serre 25
5.1 Étapes du développement technologique 27
5.2 Les actions entre les étapes 28
5.3 Le rôle des gouvernements et du secteur privé 28

5.4 Chronologie des politiques 29

6 Ce que nous avons constaté 31
7 L'avenir 33

7.1 Mise en oeuvre du processus 33
7.2 Recommandations 34

Références 37

Annexe A 41

Annexe B 42

Annexe C 44

Annexe D 45

Acronymes et symboles

AAC	Agriculture et agroalimentaire Canada
ARAP	Administration du rétablissement agricole des Prairies
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat
MARAC	Modèle d'analyse régionale de l'agriculture du Canada
MCPEEA	Modèle canadien de planification économique et d'émissions pour l'agriculture
MEGES	Modèle des émissions de gaz à effet de serre
OMC	Organisation mondiale du commerce
PAMI	Prairie Agricultural Machinery Institute

CH_4	méthane
CO_2	dioxyde de carbone
N_2O	oxyde nitreux

1 Introduction

1.1 Le problème planétaire des émissions de gaz à effet de serre et les politiques nationales

Les gaz à effet de serre (GES) absorbent le rayonnement infra-rouge émis par la surface de la Terre, ce qui accroît le réchauffement de l'atmosphère et influe sur les régimes climatiques. Les principaux GES sont le dioxyde de carbone (CO_2), l'oxyde nitreux (N_2O) et le méthane (CH_4). L'activité humaine a accru les émissions de ces GES dans l'atmosphère. Comme ces gaz s'accumulent, ils peuvent avoir des impacts négatifs sur le climat de la planète. Ce problème a été porté à la connaissance de la communauté internationale en 1987, avec la publication du rapport *Notre avenir à tous* par la Commission Brundtland des Nations Unies. Face à cette menace, la communauté internationale a entrepris de réduire les émissions de GES.

En 1992, le Canada a signé à Rio de Janeiro la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, en vertu de laquelle de nombreux pays ont convenu de stabiliser les émissions de GES. Malgré cet accord, les émissions continuent d'augmenter. En 1997, les Parties à ce premier accord se sont réunies de nouveau à Kyoto, où ils ont pris de nouveaux engagements visant à limiter et réduire les émissions de GES. Avec le Protocole de Kyoto, les pays développés ont convenu d'atteindre des objectifs spécifiques de réduction des émissions dans la période 2008-2012, établis par rapport aux niveaux des émissions de 1990. Le Canada s'est engagé à réduire ses émissions de GES à un niveau inférieur de 6 % au niveau de 1990.

En réponse au Protocole de Kyoto, les premiers ministres canadiens ont demandé à leurs ministres de l'Environnement et de l'Énergie d'élaborer une stratégie nationale détaillée pour réduire les émissions canadiennes de GES. Les ministres ont ainsi créé le Secrétariat national du changement climatique. Le Secrétariat a mis sur pied 16 *Tables de concertation* ayant pour mandat d'examiner les options en matière de réduction des émissions de GES. Ces Tables de concertation sont constituées de représentants des gouvernements fédéral et provinciaux et de groupes d'intérêt ainsi que d'experts des divers secteurs examinés. L'Annexe A dresse la liste des membres de la Table de concertation de l'agriculture et de l'agroalimentaire.

Chacune des Tables de concertation, qui se penche sur un secteur particulier de l'économie, a produit deux rapports : un *Document de base* Et un *Rapport sur les options*. Dans leurs *Documents de base*, les Tables de concertation ont repéré les sources des émissions de GES et les possibilités de réduction de ces émissions dans leurs secteurs. Dans leurs *Rapports sur les options*, elles ont établi, analysé et évalué les politiques qui pourraient permettre une réduction des émissions dans leurs secteurs. Le présent document est le *Rapport sur les options* de la Table de concertation de l'agriculture et de l'agroalimentaire, qu'on appellera plus simplement dans ce qui suit « la Table de concertation » ou encore « la Table ».

Les Rapports sur les options présentés par chaque Table de concertation seront comparés et analysés en vue de l'élaboration d'une stratégie nationale de mise en oeuvre. Lors d'une réunion

conjointe tenue en décembre 1999, les ministres de l'Environnement et de l'Énergie se sont penchés sur cette stratégie. Les premiers ministres examineront leurs recommandations en 2000. Pour obtenir plus de renseignements sur le Processus national sur le changement climatique ou sur les Tables de concertation sectorielles, veuillez consulter le site Web du Secrétariat national (www.nccp.ca).

1.2 Le secteur agricole et les émissions de gaz à effet de serre

Environ 9,5 % des émissions[1] de GES canadiennes proviennent des activités de production agricole, sans compter l'utilisation de combustibles fossiles ou les émissions indirectes liées à la production d'engrais. Les sources des émissions de GES dans le secteur agricole diffèrent grandement de celles des autres secteurs. Dans le secteur agricole, les émissions de N_2O associées principalement aux sources agricoles d'azote (engrais et fumiers) représentent 61 % des émissions de GES et celles de CH_4 issues des ruminants et d'autres sources représentent 38 %, tandis que les émissions nettes de CO_2 représentent moins de 1 % des émissions de GES. Dans les autres secteurs, les émissions de CO_2 associées à l'utilisation des combustibles fossiles constituent la plus grande part des émissions de GES.

La nature complexe des processus biologiques en jeu dans la production des principaux GES dans le secteur agricole fait que les émissions sont très variables et sporadiques. Le N_2O, le CH_4 et le CO_2 sont à la fois produits et consommés par les processus biologiques des écosystèmes agricoles. Les émissions nettes de GES sont la différence entre les quantités produites et les quantités consommées. Plusieurs facteurs environnementaux, comme la teneur en eau, la température et l'apport en éléments nutritifs, de même que les méthodes de gestion agricole, interagissent pour influer tant sur la production que sur la consommation de chacun de ces gaz. Par exemple, plus de 90 % des émissions annuelles de N_2O peuvent, dans certains écosystèmes, être produites en seulement quelques jours durant le dégel printanier.

Nos estimations des émissions de CH_4 du secteur agricole sont grandement incertaines à cause de la relation complexe entre le régime alimentaire et la production de CH_4 des ruminants, et de notre connaissance limitée des émissions de CH_4 issues des fumiers entreposés et des milieux humides. Par ailleurs, les variations spatio-temporelles de la teneur des champs en matière organique rendent difficiles la mesure précise des émissions nettes de CO_2. Vu la variabilité des émissions, il y a encore de nombreuses lacunes dans nos connaissances en rapport avec la mesure et la compréhension des émissions agricoles de GES. La perspective du changement climatique vient compliquer le tableau. Le secteur agricole doit non seulement adopter des mesures qui réduiront les émissions de GES, mais aussi en même temps s'adapter au changement climatique.

---

[1] Dans ce rapport, les quantités d'émissions sont exprimées en équivalents de CO_2, tels que définis par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Ces équivalents prennent en considération le potentiel de réchauffement planétaire de chaque gaz. Ainsi, 1 tonne de N_2O équivaut à 310 tonnes de CO_2, et 1 tonne de CH_4 équivaut à 21 tonnes de CO_2.

Malgré les importantes lacunes dans nos connaissances, le secteur agricole peut réduire grandement ses émissions de GES. Ce secteur est fondé sur la gestion de l'activité photosynthétique, qui utilise l'énergie solaire pour convertir l'eau, l'azote et d'autres éléments nutritifs ainsi que le CO_2 atmosphérique en produits alimentaires et industriels. La digestion et la dégradation de ces produits par les processus biologiques font en sorte qu'une grande part du CO_2 et des éléments nutritifs retournent cycliquement dans l'environnement. Cette capacité de gérer ces cycles des éléments nutritifs mus par l'énergie solaire font que les secteurs agricoles et forestiers se trouvent dans une situation unique en vertu de laquelle ils peuvent influer tant sur l'émission que sur la séquestration des GES.

Le secteur agricole a adopté des technologies permettant de freiner les émissions de GES pour des raisons environnementales et économiques. Cela n'a pas empêché le secteur de croître de façon importante depuis 1990, alors que les émissions ne se sont accrus que faiblement. On a observé une utilisation plus efficace des combustibles avec l'adoption de la culture sans labour. De plus, ce type de culture offre aussi l'avantage de réduire l'érosion du sol et de favoriser la séquestration du carbone atmosphérique, d'où un accroissement de la teneur des sols en matière organique. Dans l'industrie de la production animale, l'efficacité alimentaire et la gestion du broutage se sont régulièrement améliorées, ce qui a permis de réduire la teneur en azote des fumiers. Les mesures de limitation du lessivage des nitrates vers les eaux souterraines et des émissions d'odeurs ont entraîné une baisse des émissions de GES liées à l'entreposage et à l'épandage des fumiers. On a planté des brise-vent qui séquestrent le carbone atmosphérique. Ces développements ont réduit les émissions nettes de GES issues du secteur agricole.

Si on encourage le secteur agricole à réduire ses émissions nettes de GES, l'expérience nous porte à croire qu'il s'efforcera de trouver et d'adopter des technologies qui réduiront encore davantage ces émissions. Comme nous le montrons dans le présent rapport, on pourra accroître ces réductions de deux manières, soit en réduisant les émissions directes et en accroissant la quantité de carbone séquestré dans les sols, les forêts et les produits agro-industriels, comme le carton paille. Ce rapport a pour objectif de décrire les options par lesquelles le gouvernement peut créer un environnement favorisant la réduction des émissions nettes de GES. La présentation des recommandations proposées est accompagnée d'une description des facteurs scientifiques et économiques pris en compte par la Table de concertation pour leur élaboration.

1.3 Objectif du rapport

Le rapport présente les activités et les analyses de la Table de concertation de l'agriculture et de l'agro-alimentaire. Il décrit des options permettant de réduire les émissions agricoles nettes de GES dans le cadre d'une stratégie nationale visant à remplir les engagements pris en vertu du Protocole de Kyoto. Les options relatives au secteur de la transformation des aliments sont présentées dans un autre document.

1.4 Aperçu du rapport

La section 2 décrit le processus systématique suivi par la Table de concertation pour établir les mesures offrant un potentiel. La section 3 présente les onze stratégies retenues pour la réduction des émissions qui méritent une étude approfondie. La section 4 décrit le processus de modélisation économique et l'interprétation des résultats de l'analyse économique. La section 5 traite des défis et des possibilités concernant l'application des politiques de réduction des GES dans le secteur agricole. La section 6 résume les résultats des efforts de la Table de concertation visant la réduction des émissions de GES. Enfin, la section 7 conclut le rapport en indiquant comment mettre en oeuvre le processus envisagé et les recommandations de la Table de concertation.

2 La recherche systématique de mesures permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre

2.1 La Table de concertation

La Table de concertation de l'agriculture et de l'agro-alimentaire s'est réunie pour la première fois lors d'une rencontre organisationnelle le 30 juin 1998, à Toronto. Depuis, elle a tenu 15 réunions en divers endroits (Annexe B). La Table de concertation de l'agriculture et de l'agro-alimentaire couvre le secteur de la production agricole primaire ainsi que celui de la transformation des aliments. Les sources d'émissions de ces deux secteurs sont très différentes, et les activités et options visant la réduction de ces émissions sont aussi différentes. Pour cette raison, la Table de concertation a considéré ces deux secteurs séparément. On a produit un Document de base et un Rapport sur les options particuliers pour le secteur de la transformation des aliments. Le présent rapport se concentre sur la production primaire dans le secteur de l'agriculture et de l'agroalimentaire.

2.2 L'approche analytique

L'un des plus grands problèmes dans la formulation d'une stratégie de réduction des GES dans le secteur agricole canadien découle de l'état de nos connaissances concernant l'ampleur des émissions de GES et les processus qui en sont responsables. L'incertitude entourant la ratification du Protocole de Kyoto, l'inclusion des puits[2] édaphiques, et la création potentiel de marchés pour les réductions des émissions complique l'analyse. Une bonne part des travaux initiaux de la Table de concertation a donc consisté à évaluer l'état actuel des connaissances scientifiques et à développer une compréhension globale de la nature et de l'ampleur des processus de production des GES dans le secteur agricole. Les contraintes de temps, dictées par le processus national global, ont largement influé sur la nature et l'étendue des activités de la Table de concertation. Le calendrier de la Table de concertation est présenté à la figure 1.

[2] Par « puits », on entend tout processus, activité ou mécanisme qui prélève dans l'atmosphère un gaz à effet de serre, un aérosol ou un précurseur de gaz à effet de serre.

Calendrier de la Table de concertation de l'agriculture et de l'agro-alimentaire

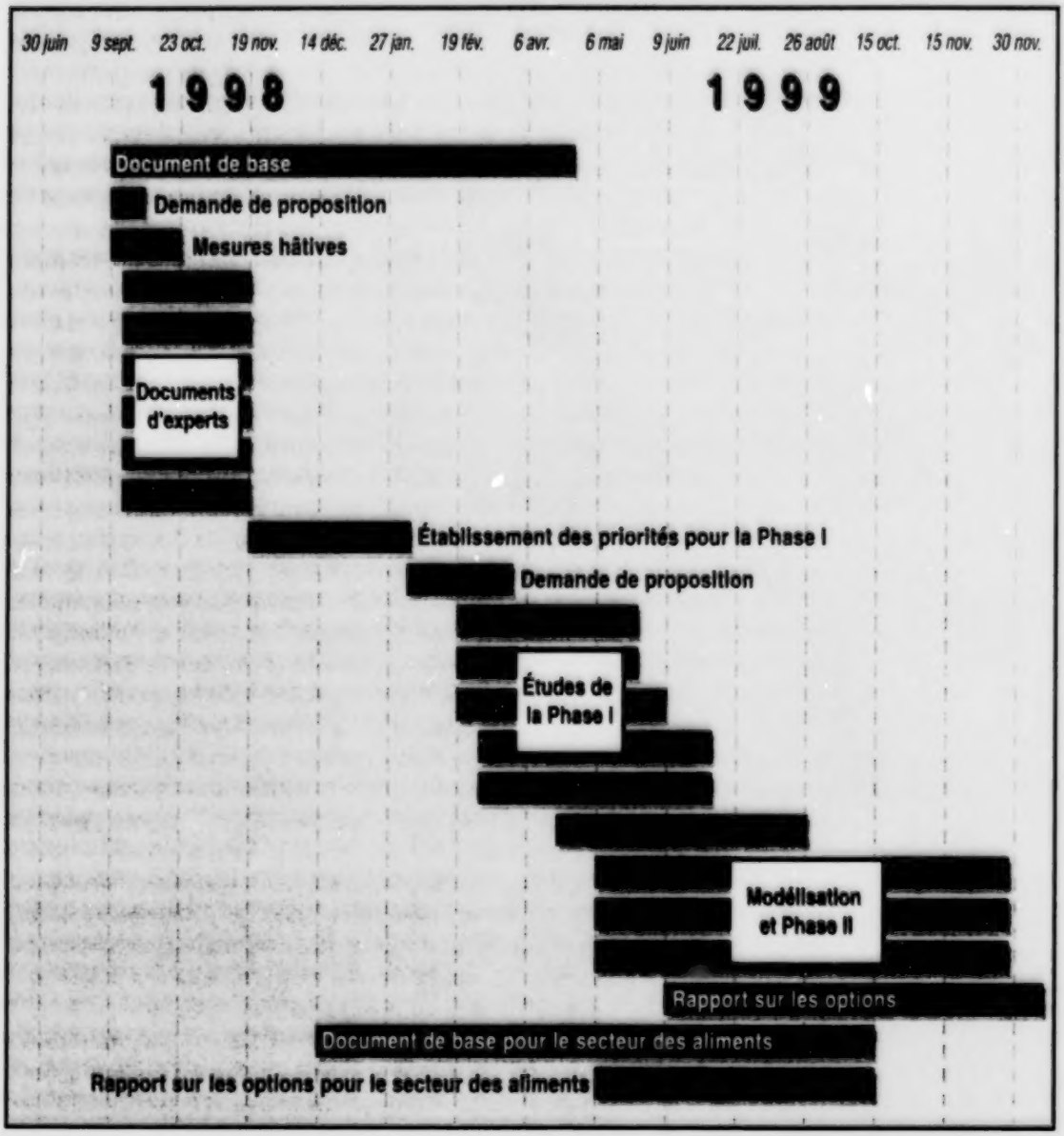

Figure 1 : Calendrier des diverses phases et processus des délibérations de la Table de concertation de l'agriculture et de l'agroalimentaire.

2.3 Le Document de base

Le Document de base a été commandé en septembre 1998 et est fondé sur une ébauche du document *La santé de l'air que nous respirons* (Janzen *et al.*, 1999). La Table de concertation a examiné et révisé le Document de base, et a accepté et présenté la version finale en avril 1999. Le Document de base peut être consulté en français et en anglais sur le site Web du Secrétariat national (www.nccp.ca).

2.4 Documents d'experts

Au cours de la préparation et de l'examen du Document de base, plusieurs domaines d'incertitude ont été repérés. À la réunion de la Table de concertation du 9 septembre 1998, on a repéré les domaines qui méritaient une étude plus approfondie et discuté de ces domaines. La Table de concertation a alors demandé que soient préparés par des experts des documents sur ces sujets. Ces documents ont été présentés à un atelier tenu à Montréal les 19 et 20 novembre 1998. L'Annexe C en dresse la liste. Leurs résumés se trouvent sur le site Web du Bureau de l'environnement d'Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC) (http://.agr.ca/policy/environment/). Les textes intégraux des documents de l'atelier (en anglais seulement) peuvent être obtenus du Bureau de l'environnement.

2.5 Phase I

À la réunion de Calgary du 14 décembre 1998, la Table de concertation a établi les domaines généraux dans lesquels on pouvait potentiellement réaliser les plus grandes réductions d'émissions. Une Demande de proposition (DDP) a été préparée pour les huit domaines suivants:

- gestion des herbages et du broutage (CO_2, N_2O et CH_4)
- gestion des sols (CO_2 et N_2O)
- gestion des éléments nutritifs du sol (N_2O)
- alimentation et gestion des animaux (CO_2, N_2O et CH_4)
- utilisation des résidus des cultures pour la production de produits industriels (CO_2)
- stockage du carbone et gestion de l'eau (CO_2, N_2O et CH_4)
- gestion des fumiers (CO_2, N_2O et CH_4)
- production de biocombustibles (CO_2 et N_2O)

Le stockage du carbone et la gestion de l'eau constituent deux domaines différents; deux études indépendantes ont donc été demandées. De plus, la Table de concertation a consulté un rapport antérieur préparé par l'Administration du rétablissement agricole des Prairies dans lequel était évalué le potentiel de séquestration du carbone des plantations de brise-vent sur les fermes (ARAP, 1998). L'aperçu des systèmes agricoles impliqués dans la production de biocombustibles a été fourni par un des documents d'experts présentés à la réunion de Montréal (Coxworth et

Hucq, 1998) et par une évaluation régionale pour le sud de l'Ontario (Levelton Engineering Ltd, 1999).

La Phase I s'est déroulée en deux étapes. À l'Étape I, on a demandé à des consultants de fournir une analyse préliminaire d'une longue liste de mesures pouvant permettre de réduire les émissions de GES. La Table de concertation a sélectionné parmi ces mesures celles qui présentaient le plus grand potentiel. À l'Étape II, on a demandé aux consultants d'effectuer un examen détaillé des mesures retenues. Cette analyse a pris en considération les politiques qui pourraient être appliquées pour permettre la mise en oeuvre de chacune des mesures de réduction des GES dans le secteur agricole.

On a aussi demandé aux consultants de fournir des estimations du potentiel de réduction des émissions, des taux potentiels d'adoption des mesures de réduction des émissions, et des impacts socio-économiques. Les mesures potentielles repérées à l'Étape I de la Phase I figurent à l'Annexe D. Les données recueillies à l'Étape II de la Phase I ont été mises à profit dans la Phase II.

2.6 Phase II

Selon la Table de concertation, il existe des interactions entre les niveaux des émissions et les indicateurs économiques, et une compréhension de ces relations serait importante pour l'ensemble de l'industrie. La Phase II avait pour objectifs l'élaboration du cadre analytique qui pourrait être utilisée pour estimer les émissions agricoles actuelles et futures de GES suivant un scénario de maintien du statu quo (scénario MSQ), et l'utilisation de ce même cadre pour évaluer les mesures de réduction des émissions recommandées par la Table de concertation au terme des délibérations de la Phase I. On a donc dégagé des fonds destinés à l'élaboration d'un système de modélisation économique agro-écologique pouvant évaluer simultanément les impacts sur l'économie et sur les émissions de GES des pratiques agricoles aux échelons régional et national. Les mesures de réduction des émissions s'étant révélées prometteuses par suite de cette analyse ont alors fait l'objet d'analyses par courbes de coûts, et on en a évalué les impacts économiques, environnementaux autres, sociaux et sanitaires ainsi que les impacts sur la compétitivité intra-sectorielle et inter-sectorielle.

2.7 Liens avec les autres Tables de concertation

La Table de concertation de l'agriculture a interagi avec plusieurs autres Tables de concertation durant ses activités. Ces interactions ont pris diverses formes et ont connu un succès variable.

La plus grande interaction a été celle avec les Tables de concertation des puits et du secteur forestier, nos intérêts communs en ce qui a trait au rôle des puits de carbone et de leur prise en compte dans le processus international ayant donné lieu à la formation de groupes de travail

conjoints. Trois personnes siégeaient aux trois Tables de concertation. Certains membres de la Table de l'agriculture ont assisté aux réunions des trois Tables et ont partagé l'analyse produite par la Table de l'agriculture. Certains membres de la Table des puits ont assisté aux réunions de la Table de l'agriculture. Les Tables des puits et du secteur forestier ont produit des Rapports sur les options indépendants qui renfermaient des informations utiles aux délibérations de la présente Table. Bien qu'il puisse y avoir des disparités entre ces rapports (p. ex. au chapitre de l'estimation de l'importance d'un puits donné), les recommandations générales et les mesures proposées sont complémentaires.

Bon nombre des interactions n'ont consisté qu'en une présentation adressée à notre Table (p. ex. celle de la Table du transport, voir Annexe B). Dans certains cas, les résultats des délibérations des autres Tables ont été considérés (Table de l'adaptation). Il n'y a eu aucune interaction apparente avec bon nombre de tables.

La portée limitée des interactions durant les activités de notre Table nous a amenés à penser qu'il faudrait prendre davantage en considération certains liens entre les Tables. Le transport présente un problème d'émissions de GES dans le secteur agricole, et réciproquement. Le changement climatique et les stratégies d'adaptation touchent l'agriculture de près. La question de la sensibilisation du public est un problème d'intérêt commun. Les mécanismes d'échange des droits d'émission auront d'importantes répercussions directes et indirectes sur le secteur agricole. Chacun de ces liens doit être mieux compris et soigneusement considéré dans le processus complexe d'élaboration d'une stratégie nationale.

2.8 Élaboration des recommandations

Les recommandations de la Table de concertation ont été formulées après plusieurs mois de délibération. Il s'agissait d'une tâche complexe, rendue encore plus difficile par les lacunes dans nos connaissances quant aux effets des GES et aux coûts des diverses technologies. Le processus a commencé par un examen de l'information technique, qui a conduit à la rédaction de l'ébauche d'une stratégie générale concernant les grandes questions. L'établissement de cette stratégie générale a été suivi par une première formulation des recommandations spécifiques, lesquelles ont ensuite été examinées et révisées pour finalement prendre la forme des onze recommandations finales présentées dans ce rapport.

3 Compte rendu de la Phase I

3.1 Gestion des herbages et du broutage (CO_2, N_2O et CH_4)

Les herbages couvrent 26,3 millions d'hectares, soit le tiers des terres agricoles du Canada. La plus grande part de nos herbages est utilisée à titre de pâturage ou pour la production de fourrage destiné aux troupeaux canadiens de bovins ou de chevaux, une faible part étant réservée aux moutons et à d'autres petits ruminants, aux bisons et aux wapitis, ainsi qu'au marché croissant des fourrages.

Les herbages constituent un important puits de carbone et de méthane. La plus grande part des terres classées dans la catégorie des herbages au Canada renferment dans leurs sols de plus fortes teneurs en carbone organique que les terres similaires cultivées. Les stratégies de réduction des GES pour les herbages visent des améliorations mineures à modérées au chapitre des teneurs des sols en carbone, principalement par la prévention du broutage excessif qui entraîne des changements importants dans les espèces de végétaux, une désertification potentielle (retour à l'état de désert) et une baisse de la croissance végétale.

On s'attend à ce qu'une amélioration de la gestion des herbages se solde par de petites hausses des quantités de carbone (CO_2) séquestrées par unité de superficie, ce qui, vu la grande étendue globale des herbages, pourrait avoir un impact positif important sur les émissions nettes de GES. Les principales sources de GES sont le N_2O, libéré par les processus biologiques de dénitrification, et le CH_4, libéré par la fermentation entérique chez les ruminants, plus spécifiquement chez les bovins, qui broutent les fourrages produits par ces herbages. Bon nombre des stratégies de réduction des émissions considérées peuvent accroître la séquestration du carbone dans le sol, mais pourraient aussi se solder par un accroissement des émissions de N_2O et de CH_4 à cause d'un accroissement de la fertilité des sols et du nombre de bovins sur les terres.

La technologie permettant de mettre en oeuvre les stratégies proposées de réduction des émissions pour les herbages existe actuellement. Cependant, le taux d'adoption de ces technologies est faible en raison des investissements initiaux élevés pour l'installation de clôtures et l'irrigation, et des besoins de formation des producteurs en matière de gestion des pâturages et des animaux. Les stratégies de réduction des émissions proposées ne devraient pas réduire la compétitivité du secteur canadien des bovins de boucherie. Elles s'harmonisent avec les programmes actuels visant la préservation ou l'amélioration des habitats et de la qualité de l'eau.

3.2 Gestion des sols (CO_2 et N_2O)

Les terres agricoles cultivées constituent les deux tiers des terres agricoles du Canada. La séquestration du carbone dans le sol dans les terres cultivées est fonction de trois grands facteurs: le labourage, les espèces végétales cultivées et les apports en éléments nutritifs et en eau. Les

chercheurs et les producteurs se sont d'abord intéressé aux cultures avec labourage minimum ou sans labour comme important moyen pour réduire l'érosion des sols, mieux conserver l'eau et réduire les coûts d'exploitation liés à la machinerie, aux combustibles et à la main d'oeuvre. Plus récemment, on s'est intéressé à la réduction du labourage comme moyen d'accroître la séquestration du carbone dans le sol.

Les effets de cette pratique sur les émissions de N_2O sont cependant moins clairs. La variabilité des résultats de la recherche canadienne concernant les effets du labourage sur les émissions de N_2O est directement attribuable à notre connaissance imparfaite des processus biologiques associés à la production du N_2O et à la difficulté technique de mesurer les émissions avec précision.

À partir des tendances actuelles en ce qui concerne l'adoption des stratégies de labourage permettant une réduction des émissions, le modèle CENTURY prévoit que les sols agricoles, après avoir été des producteurs nets de CO_2 (c.-à-d. qu'ils libéraient plus de CO_2 qu'ils en séquestraient), deviendront des puits nets en 2000. On s'attend à ce que, en absence d'intervention, le taux d'adoption du labourage minimum ou nul soit plus élevé dans les Prairies canadiennes en raison des avantages qu'il présente aux chapitres de l'érosion des sols et de la conservation de l'eau. On s'intéresse moins à ce type de pratique dans certaines autres régions du Canada, où la culture sans labour a pour effet de retarder le réchauffement des sols et de raccourcir la période de croissance.

Le fait de laisser les terres au repos, c'est-à-dire en jachère, durant un an a été une pratique importante dans les régions les plus arides des Prairies pour conserver l'eau et lutter contre les ravageurs. Les nouvelles techniques améliorées, comme celle des cultures sans labour, une meilleure connaissance des sols et la plus grande variété des cultures exploitées ont déjà pour effet de réduire les superficies en jachère. Les chercheurs s'entendent pour dire que cette réduction des superficies en jachère entraînera une baisse des émissions de N_2O et une hausse de la séquestration du carbone dans le sol, mais on ne dispose pas d'estimations exactes à cet égard à cause de l'incertitude dans les mesures.

On est d'avis que les rotations des cultures, les espèces choisies et la gestion des résidus peuvent avoir un impact sur la séquestration du carbone dans les sols et les émissions de N_2O. Cependant, le potentiel de réduction des GES de ces facteurs est moins bien établi que celui des autres stratégies de gestion de sols examinées.

Étant donné la diversité géographique et climatique associée aux terres agricoles du Canada, les politiques visant à promouvoir des changements dans les méthodes de gestion des terres doivent être adaptées aux conditions régionales et tenir compte des problèmes de production accrus pouvant découler de l'imprévisibilité des conditions météorologiques. Les méthodes optimales de gestion établies pour réduire l'érosion des sols et le lessivage des éléments nutritifs et conserver l'eau et en améliorer la qualité contribueront à la réduction des émissions de GES par les terres agricoles arables.

3.3 Gestion des éléments nutritifs des sols (N_2O)

Selon les estimations actuelles, les émissions d'oxyde nitreux (N_2O) constitueraient plus de la moitié des émissions agricoles de GES, la plus grande part provenant des processus de dénitrification se déroulant dans les sols. On doit évaluer les stratégies de gestion des terres visant l'incorporation du carbone du CO_2 atmosphérique dans la matière organique du sol en prenant en considération leurs impacts sur les émissions de N_2O, parce que les cycles du carbone du sol et de l'azote sont liés et que le N_2O est un GES très puissant. Le N_2O peut être produit partout dans le sol au cours des processus de nitrification et de dénitrification, le N_2O produit dans les couches inférieures étant absorbé ou se diffusant vers le bas. Le N_2O produit près de la surface du sol ou qui ne peut se diffuser vers le bas à cause de la présence d'une couche inhibitrice, comme une couche gelée au printemps, se diffusera dans l'atmosphère. Les stratégies de réduction des GES concernant la gestion des éléments nutritifs des sols visent à réduire ce flux de N_2O depuis le sol jusque dans l'atmosphère. On met déjà en oeuvre des plans de gestion des éléments nutritifs dans les terres agricoles qui visent à optimiser les applications d'azote dans diverses régions du Canada et qui pourraient réduire efficacement les émissions de N_2O.

Les conditions qui déterminent la production du N_2O dans les sols agricoles et son émission dans l'atmosphère sont complexes et mal connues. Un des grands problèmes est notre incapacité de quantifier les émissions de N_2O en raison de l'extrême variabilité temporelle et spatiale de ces émissions. Les distributions saisonnières des émissions de N_2O ont été bien établies, mais on arrive très mal à mesurer ou prévoir les quantités de N_2O émises en un site donné à un moment donné. Des facteurs comme les précipitations et la fonte des neiges, la température, le gel et le dégel et les méthodes de gestion relatives notamment à l'épandage des engrais et des fumiers ainsi qu'au labourage influent sur les processus de nitrification et de dénitrification, le laps de temps entre la production et l'émission du N_2O du sol, et la relation entre les taux de production et d'émission du N_2O.

On a élaboré plusieurs modèles, comme les modèles DNDC (DeNitrification DeComposition), CENTURY, Expert-N et ECOSYS, pour tenter de décrire à diverses échelles la dynamique de l'azote dans les sols canadiens. Ces modèles doivent encore faire l'objet d'essais rigoureux avant qu'on puisse les utiliser en toute confiance pour évaluer les stratégies de réduction des émissions de N_2O.

Les stratégies et les technologies de réduction des émissions de N_2O considérées par la Table de concertation visent une utilisation plus efficace de l'azote dans diverses cultures. Certaines de ces stratégies et technologies sont actuellement considérées par les producteurs à titre de mesures permettant de réduire les coûts des intrants dans leurs cultures, tandis que d'autres ont eu pour effet d'accroître ces coûts, alors qu'on dispose de peu de données définitives sur l'importance des réductions des émissions obtenues. Nos politiques doivent être prudentes et mettre l'accent sur la recherche pour que nous puissions mieux mesurer et modéliser les flux de N_2O à l'échelle régionale et dans divers systèmes de culture.

3.4 Alimentation et gestion des animaux de ferme (CO_2, N_2O et CH_4)

Selon le Sommaire des émissions de gaz à effet de serre au Canada de 1996, 42 % des émissions directes issues du secteur agricole sont associées aux productions animales. Les processus digestifs impliquant la dégradation de matières végétales en absence ou avec peu d'oxygène entraînent une production de CH_4 qui représente 28 % des émissions agricoles. Ces processus se déroulent dans le gros intestins de tous les animaux et dans le premier estomac (rumen) des ruminants, comme les bovins, les moutons, les chèvres, les bisons, et les cervidés, dont le wapiti. Tous ces animaux produisent du CH_4, les bovins de boucherie et les vaches laitières produisant environ 97 % des émissions entériques. Les émissions indirectes des exploitations animales, totalisant 14 % des émissions agricoles, sont associées à la manipulation, à l'entreposage et à l'épandage des fumiers. La décomposition microbienne des fumiers peut produire des émissions de CO_2, de CH_4 et de N_2O, leurs proportions étant fonction de facteurs comme les teneurs des fumiers en matière sèche, en carbone et en azote, et la température et la quantité d'oxygène dans le site d'entreposage.

Les productions animales peuvent être assimilées à des productions à « valeur ajoutée »; en effet, on y nourrit les animaux avec des aliments de faible qualité pour obtenir comme produits finaux des aliments ou des fibres de grande valeur. Comme les émissions de CH_4 et de N_2O par les productions animales peuvent être directement assimilées à des pertes d'énergie et de protéines, les stratégies de réduction de ces émissions adoptées par les producteurs se solderont par des accroissements directs de l'efficacité dans leurs productions. Réciproquement, toute stratégie d'alimentation ou de gestion adoptée dans le but de réduire les coûts d'alimentation par unité de produit animal vendue contribuera à réduire les émissions. Dans bien des cas, les stratégies de réduction des émissions auront un impact social et environnemental positif, par exemple par une réduction des odeurs et une amélioration de la qualité de l'eau. D'autres mesures ayant une dimension sociale, comme certains changements dans le logement et la gestion des animaux pour accroître leur bien-être, peuvent avoir un effet inverse sur les émissions de GES.

L'industrie des productions animales a connu des changements très importants depuis 1990. Le nombre de fermes a diminué, la taille et l'efficacité des unités de production se sont accrues, et les effectifs régionaux des animaux ont changé. L'accroissement global de l'efficacité qui a accompagné ces changements peut avoir réduit les émissions de GES dans le secteur agricole depuis 1990. Mais surtout, ces changements pourraient accroître la capacité du secteur de s'adapter aux politiques relatives aux GES.

Les productions animales, à la différence des productions végétales, peuvent connaître au Canada une grande expansion parce que les ressources disponibles permettent encore une hausse importante des niveaux de production et que la demande mondiale pour leurs produits est élevée. Pour que les stratégies de réduction des émissions puissent être adoptées rapidement par le secteur agricole, elles doivent prendre en compte la nécessité de maintenir la compétitivité du secteur.

Dans l'immédiat, on devrait se concentrer sur les points suivants :

- sensibilisation de l'industrie à la question des émissions de GES;
- établissement d'une base de données permettant d'évaluer avec précision les émissions actuelles de GES selon les systèmes de gestion des animaux et les régions;
- mesures incitatives visant à rendre utilisables commercialement les technologies existantes qui favorisent une utilisation plus efficace des aliments (inhibiteurs de CH_4 pour les ruminants, régimes alimentaires dosant les acides aminés, sexage des spermatozoïdes).

À plus long terme, on devrait se pencher sur les points suivants :

- développement de nouvelles technologies (biotechnologie) visant à modifier de façon importante les processus digestifs pour que les éléments nutritifs soient mieux utilisés;
- amélioration soutenue du potentiel reproducteur et génétique des animaux;
- accroissement des efforts de sélection végétale et d'amélioration des végétaux par génie génétique dans le but d'améliorer les teneurs en éléments nutritifs des végétaux et la qualité de ces derniers à titre d'aliments pour les animaux.

3.5 Utilisation des résidus des cultures dans des produits industriels (CO_2)

Tel qu'il est actuellement formulé, le Protocole de Kyoto ne prend pas en considération la transformation des résidus des cultures permettant le stockage à long terme du carbone dans des produits industriels. On envisage actuellement la possibilité d'introduire cette activité dans le Protocole de Kyoto; on considère donc utile d'évaluer le potentiel de séquestration du carbone par incorporation des résidus des cultures dans des produits industriels.

Dans le processus de production végétale, les plantes absorbent de grandes quantités de CO_2 pour produire des molécules carbonées grâce à la photosynthèse. Une partie de cette matière végétale renfermant du carbone est prélevée au moment de la récolte. Les parties restantes des plantes, comme la paille, la balle et les racines doivent être incorporées au sol ou enlevées du champ. Les résidus des cultures jouent un rôle important dans la production de la matière organique des sols, la réduction de l'érosion de ces derniers, la conservation de leur eau et le maintien de leur qualité. La rétention des résidus des cultures est importante pour tous les types de sols, mais les luvisols brun-gris des Prairies en ont particulièrement besoin.

Le carbone végétal est présent dans divers bassins de carbone dans le sol, et leurs taux de libération de CO_2 diffèrent. Le stockage à long terme du carbone dans le sol est un important moyen de séquestration du carbone du CO_2 atmosphérique qui permet d'améliorer le bilan canadien des émissions de GES. Au lieu d'incorporer les résidus des cultures dans les sols, on peut aussi les prélever pour en faire des aliments ou des litières pour animaux, ou encore des produits industriels.

La production de carton paille de densité moyenne offre le plus grand potentiel de séquestration du carbone à partir des résidus des cultures prélevés au champ. Deux usines fabriquent ce produit : l'une au Manitoba, qui utilise la paille de céréales, et l'autre en Alberta, qui utilise la paille de fétuque issue de cultures de production de semences fourragères. On envisage actuellement l'établissement de nouvelles usines en plusieurs autres endroits. Si les surplus de paille de blé et de lin des Prairies étaient transformés en carton paille, la séquestration nette de carbone serait de 3,8 millions de tonnes d'équivalent-CO_2 par année. Il serait possible de soutenir dans les Prairies des initiatives équilibrés permettant d'utiliser durablement les résidus des cultures pour la production de produits industriels sans impact négatif sur les teneurs des sols en matière organique.

3.6 Gestion de l'eau (CO_2, N_2O et CH_4)

On a examiné les pratiques et les tendances actuelles en matière de gestion de l'eau sous l'angle de leur impact sur les émissions de GES des terres agricoles. On s'est penché sur la gestion de l'eau parce qu'elle influe grandement sur les méthodes de gestion des terres et les systèmes de culture utilisés sur les fermes canadiennes. La gestion de l'eau a aussi un impact direct sur les émissions de GES parce que l'humidité du sol influe sur le régime temporel, la nature et l'ampleur des processus microbiens dans les sols, processus responsables de la production et de la consommation de CO_2, de CH_4 et de N_2O.

L'examen des pratiques courantes en matière d'irrigation et de drainage a montré que les statistiques fédérales et provinciales ne sont pas fiables. Il est apparu que les méthodes d'irrigation et de drainage adoptées étaient fonction de considérations économiques, et que les initiatives de conservation et de restauration des milieux humides étaient motivées par les programmes de préservation des habitats fauniques. On s'est peu intéressé aux possibilités que pourraient offrir des changements dans la gestion de l'eau en rapport avec les flux de GES. Comme on l'a indiqué dans les sections sur la gestion des sols et la gestion des éléments nutritifs du sol, les stratégies de gestion de l'eau influent sur les cycles de l'azote et du carbone du sol, et notre capacité de quantifier les changements dans les flux de ces éléments par suite de changements dans les méthodes de gestion est limitée.

Les milieux humides et les bogs accumulent de grande quantité de carbone en raison de leur forte productivité végétale et de l'inhibition de l'oxydation de la matière organique dans ces milieux. Les milieux humides des zones agricoles du Canada sont considérés comme des écosystèmes productifs. Le bilan net de la séquestration du carbone et de la production de CH_4 et de N_2O dans les milieux humides canadiens reste encore à établir. Cependant, les données recueillies dans d'autres pays laissent penser que les milieux humides productifs peuvent constituer un puits net. Dans certaines régions, on pourrait contribuer à la réduction des GES en couvrant d'un couvert végétal permanent (bandes riveraines) ou en convertissant en milieux humides les terres peu productives ou qui sont de plus en plus sujettes à la salinisation.

Les politiques de gestion de l'eau doivent être évaluées sous plusieurs angles. Les politiques impliquant une dérivation des eaux peuvent interférer avec les accords et les régimes d'utilisation des eaux internationaux et provinciaux, susciter une concurrence entre divers secteurs dans une région donnée (utilisations urbaines versus agricoles), et altérer les habitats en aval.

3.7 Gestion des fumiers (CO_2, N_2O et CH_4)

Les émissions canadiennes de GES issues des fumiers ont été estimées en grande partie suivant les lignes directrices internationales de 1996 du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Les valeurs actuellement utilisées pour la quantité de fumier produite par les animaux, les proportions des fumiers affectées aux divers systèmes de manipulation et d'entreposage, les teneurs de carbone et d'azote dans les fumiers, et les coefficients utilisés dans la détermination des émissions de CH_4 et de N_2O dans les divers systèmes d'entreposage et d'épandage ont été établies avec très peu de données canadiennes. Nos estimations actuelles des émissions de GES associées à la manipulation, à l'entreposage et à l'épandage des fumiers peuvent être largement erronées à cause de quatre facteurs :

- l'efficacité élevée de la production dans plusieurs secteurs de l'industrie canadienne des productions animales;
- les différences entre les aliments utilisés d'un pays à l'autre;
- le manque de données d'inventaire sur les installations et les équipements actuellement utilisés pour la manipulation, l'entreposage et l'épandage des fumiers;
- l'effet des longs et froids hivers canadiens sur les températures et les processus microbiens durant l'entreposage des fumiers.

Comme les estimations actuelles laissent penser qu'une bonne part (13,9 %) des émissions de GES issues du secteur agricole primaire est attribuable aux fumiers, on doit élaborer des stratégies de réduction de ces émissions en visant les méthodes de gestion des fumiers. Cependant, vu la pauvreté de notre base de données actuelle, il est difficile de savoir quelles espèces et quels types d'installation du secteur des productions animales doivent être visés.

On peut manipuler ou entreposer les fumiers sous forme liquide (0,1-10,0 % de matière sèche), semi-solide (10,1-16,0 % de matière sèche) ou solide (16,1-25,0 % de matière sèche). Les lignes directrices en matière de gestion des fumiers de bon nombre de provinces stipulent que les fumiers doivent être entreposés durant au moins une partie de l'année, et de nombreuses grandes exploitations disposent d'installations d'entreposage utilisées durant toute l'année. La teneur des fumiers en matière sèche, la température d'entreposage et les installations de manipulation et d'entreposage influent sur le degré de décomposition microbienne et les émissions de GES dans les bâtiments abritant les animaux et durant la phase d'entreposage. Une fois épandu, l'azote du fumier peut emprunter trois voies : il peut se volatiliser dans l'air, être lessivé dans le sol sous la zone racinaire, ou être absorbé par les plantes en croissance. Les stratégies de réduction des GES

associées à l'épandage des fumiers viseront les méthodes, le moment et les taux d'incorporation des fumiers de façon à minimiser les émissions de GES, les odeurs et le lessivage des nitrates. Des éleveurs ont réalisé récemment des expériences visant à ajuster leurs taux d'épandage en fonction des résultats des analyses de sol, expériences qui ont révélé que les analyses de sol classiques ne sont pas réalisées à des profondeurs suffisantes.

Actuellement, les politiques de gestion des fumiers relèvent des municipalités et des provinces; il n'y a pas à ce chapitre de programme national spécifique. Les politiques doivent tenir compte du fait que le meilleur moment pour apporter des changements dans les infrastructures ou les installations est celui de la construction dans le cas des nouvelles exploitations agricoles ou celui des agrandissements dans le cas des exploitations existantes. Les nouvelles technologies liées à l''épandage ou à la gestion des animaux (utilisation d'inhibiteurs de la nitrification dans les fumiers ou d'enzymes dans les aliments pour animaux) peuvent être mises en oeuvre rapidement une fois que leurs avantages sont établis. Dans la gestion des éléments nutritifs des sols, on devra mettre l'accent sur l'azote et le phosphore des fumiers. En ce qui concerne la gestion des animaux, on devrait disposer d'options permettant de réduire la production totale de fumier de même que la quantité d'azote et de phosphore dans le fumier par animal ou par unité de produit vendu par l'exploitant.

3.8 Séquestration de carbone au moyen de brise-vent (CO_2 et N_2O)

En plus de permettre la séquestration de carbone, la plantation de brise-vent peut aussi réduire les émissions de N_2O. Les aménagements agro-forestiers peuvent directement agir sur les émissions de GES en réduisant les émissions de N_2O de trois façons :

- la réduction des superficies en culture diminue l'utilisation des engrais azotés;
- l'accroissement du nombre d'arbres fait que moins d'azote quitte la zone racinaire pour atteindre la surface ou les eaux souterraines - réduction de la dénitrification;
- le recyclage de l'azote des feuilles qui tombent fait qu'on peut épandre moins d'azote.

L'agro-foresterie consiste à planter des arbres dans des paysages qui sont normalement exclusivement voués à la production agricole. La plantation de brise-vent et d'arbres dans les cours des fermes favorise le captage du CO_2 atmosphérique et donc la séquestration du carbone. Selon leur utilisation finale, les produits du bois peuvent retenir indéfiniment le carbone qu'ils renferment. On estime à 57 000 hectares la superficie globale des terres faiblement productives ou dégradées propices à l'établissement de systèmes agro-forestiers. Certains de ces peuplements pourraient donner lieu à des récoltes de bois, tandis que d'autres pourraient avoir une fonction récréative ou constituer des habitats pour la faune. Les niveaux les plus élevés de séquestration de CO_2 par la biomasse aérienne sont de 8 à 12 tonnes par hectare dans l'est du Canada. Les estimations sont plus basses pour l'ouest du Canada, plus aride. On dispose de peu de données en ce qui a trait à la biomasse souterraine ou les systèmes de production d'échelle commerciale.

Les décisions en matière d'agro-foresterie reviennent aux propriétaires fonciers. Les données de Statistique Canada et de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies montrent que les producteurs sont intéressés à planter des brise-vent dans leur cour ou des brise-vent linéaires sur leurs terres, mais sont moins intéressés à planter des blocs d'arbres. L'ARAP a offert aux propriétaires fonciers des Prairies des incitatifs pour la plantation d'arbres.

Le retrait de la subvention pour le transport des céréales et la baisse des prix de ces dernières ont fait chuter la valeur des terres agricoles dans les Prairies, particulièrement dans le nord-est de la Saskatchewan. Si la production de céréales devient non rentable, les propriétaires fonciers montreront davantage d'intérêt pour l'agro-foresterie; ils pourraient établir des plantations commerciales ou rétablir les habitats naturels.

Plusieurs formes d'agro-foresterie, et surtout le sylvo-pastoralisme[3], ne sont pas considérées comme des activités admissibles aux termes de l'Article 3 du Protocole de Kyoto.

3.9 Production de biocombustibles (CO_2 et N_2O)

Les biocombustibles comprennent divers produits énergétiques comme les rebuts de bois et les combustibles synthétiques tels que l'éthanol, les esters méthyliques d'huile végétale et le méthanol. Les quatre usines de production d'éthanol en exploitation au Canada à la fin de 1998 ont produit une très faible proportion de la consommation totale de combustibles. Cependant, la situation pourrait changer avec l'établissement de nouvelles usines de production d'éthanol. Certaines sont déjà en construction, et on en prévoit d'autres en Ontario, au Québec et dans les Prairies. À partir d'hypothèses prenant en considération l'ensemble du cycle de production du combustible, on a estimé que la réduction des GES qui découlerait de l'utilisation de l'éthanol à la place de l'essence serait de -25 % à +40 %.

Les procédés de conversion des matières ligno-cellulosiques (végétaux à haute teneur en fibres) en éthanol sont moins bien développés que les procédés de conversion des matières amylacées en éthanol. C'est pourquoi les efforts de développement devront d'abord être concentrés sur l'exploitation des céréales. Cependant, on fait actuellement la promotion de l'éthanol cellulosique (dérivé de fibres) comme une des meilleures solutions de rechange en vue de la réduction des émissions de GES dans le secteur des transports à long terme. Une autre raison pour laquelle on devrait utiliser les matières ligno-cellulosiques pour la production d'éthanol est l'augmentation possible de la demande de céréales sur le marché de l'alimentation humaine.

Le potentiel de réduction des GES que pourront présenter les biocombustibles doit être évalué au moyen d'analyses du cycle complet de production et d'utilisation des combustibles. Si on établit que divers systèmes de cultures, de transformation et d'utilisation présentent un potentiel de réduction des émissions, on pourra alors envisager la création de programmes incitatifs.

---

[3] Le sylvo-pastoralisme est l'utilisation de terres boisées en vue d'une production autre que forestière (p. ex. leur utilisation comme pâturages).

4 Analyse économique

4.1 Processus de modélisation

On a estimé le potentiel de réduction des GES offert par diverses stratégies à l'aide du Modèle canadien de planification économique et d'émissions pour l'agriculture (MCPEEA). Ce modèle comporte deux sous-modèles : le Modèle d'analyse régionale de l'agriculture du Canada (MARAC) et le Modèle des émissions de gaz à effet de serre (MEGES). Le MARAC permet d'estimer les changements qui surviennent dans l'affectation des ressources qui résultent de l'évolution d'une technologie donnée ou de diverses politiques. C'est un modèle désagrégé, aussi bien pour les régions que pour les entreprises agricoles. Compte tenu du niveau actuel de la base de ressources (matérielles, humaines, produites par l'homme), de la conjoncture du marché et des politiques gouvernementales en vigueur, le MARAC permet de déterminer la répartition optimale des ressources entre diverses entreprises et les avantages qui se rattachent à l'affectation des ressources qui en résultent pour les consommateurs et les producteurs.

Le MEGES s'appuie sur l'état actuel des émissions de GES et le niveau des productions végétales et animales estimé par le MARAC pour générer le total des émissions de GES du secteur agricole du Canada, par province. Le MEGES utilise une approche systémique qui englobe toutes les émissions, directes, indirectes ou résultant des activités agricoles.

Pour déterminer le potentiel de réduction des GES, on a commencé par utiliser le MCPEEA pour estimer les émissions de GES en vertu de deux scénarios de base : le scénario de 1990 et un scénario de maintien du statu quo (MSQ) en 2010. Le scénario MSQ 2010 présume qu'il n'y aura pas d'augmentation de la superficie des terres agricoles et que les méthodes de gestion des terres (pratiques aratoires antiérosives, jachères, emploi d'engrais) continueront d'être adoptées à un rythme conforme aux tendances historiques et aux contraintes matérielles. La croissance des productions végétales et animales pour 2010 repose sur les prévisions contenues dans les prévisions de base à moyen terme de 2007 d'AAC (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1998). Les émissions prévues de GES en 2010 à l'échelle des exploitations agricoles révèlent une hausse de 2 % par rapport à 1990, ou de 8 % par rapport à la cible de Kyoto. Cette hausse relativement peu importante s'explique par le fait que l'augmentation appréciable des émissions de GES résultant d'une augmentation des productions animales et de l'utilisation d'engrais sera en grande partie neutralisée par la transformation des sols agricoles d'une source nette en un puits net de carbone attribuable à l'amélioration des méthodes de gestion des sols. Le rendement de chacune des stratégies de réduction a été comparé aux résultats du scénario MSQ 2010.

Outre le scénario MSQ 2010, on a également analysé un scénario de forte croissance des exportations en 2010. Même si l'établissement de ce scénario résulte de la cible de 4 % fixée par le Conseil canadien de commercialisation des produits agricoles pour la part des exportations canadiennes dans le commerce mondial des produits agricoles, on en a modifié la portée pour

refléter une plus forte croissance des exportations uniquement dans l'ouest du Canada[4] à cause d'un manque d'uniformité entre la cible de 4 % et la structure du MARAC. En vertu de ce scénario, l'ouest du Canada connaîtra une plus forte croissance que le scénario MSQ 2010 :

- hausse de 17 % des bovins de boucherie;
- hausse de 15 % des porcs de marché;
- hausse de 16 % des vaches laitières.

Pour appuyer l'augmentation des productions animales, on s'est également penché sur l'évolution des productions végétales. Les changements les plus notables sont une baisse de la superficie mise en jachère, qui passe de 4,9 à 4,3 millions d'hectares, et une augmentation de la superficie affectée à la culture du colza-canola, qui passe de 5 à 6 millions d'hectares. En vertu de ce scénario, l'utilisation d'engrais augmente également de 20 % par rapport au scénario MSQ 2010. Tous ces changements entraînent une augmentation de 5 % du rendement des cultures et une hausse de diverses productions végétales. On a estimé que les émissions globales de GES de l'agriculture primaire sont supérieures de 13 % au scénario MSQ 2010.

Les résultats de l'analyse du MCPEEA ont été le point de départ de l'analyse d'impact économique et non économique. L'analyse non économique qui a porté sur les principaux effets des stratégies de réduction sur la santé et l'environnement était avant tout de nature qualitative. L'analyse d'impact économique a porté sur trois éléments :

- coût d'adoption de la stratégie pour les producteurs;
- incidences économiques sur les activités économiques régionales et l'emploi;
- répercussions sur la compétitivité des produits agricoles.

Les données relatives à l'évolution des émissions de GES et des recettes du secteur agricole fournies par le MCPEEA ont été compilées parallèlement aux informations sur les coûts supplémentaires et le taux d'adoption des mesures. Ces informations ont servi à calculer le coût de chaque mesure par tonne d'équivalent-CO_2, qui a ensuite été représenté sous forme graphique en même temps que la réduction prévue des émissions de GES. Ce graphique a permis de tracer des courbes de coûts nationales et provinciales qui peuvent servir à répertorier les possibilités meilleur marché de réduire les émissions de GES grâce aux progrès de la technologie et à l'évolution des attitudes.

L'analyse d'impact macroéconomique estime dans quelle mesure les secteurs industriels de l'économie canadienne ajusteront leur production à mesure que le secteur agricole adopte de nouvelles techniques de production ou qu'il modifie sa production pour permettre au Canada de s'acquitter de l'engagement qu'il a pris en vertu du Protocole de Kyoto. Les transformations du secteur agricole répertoriées par le MCPEEA ont servi à estimer les changements qui affecteront d'autres secteurs de l'économie. Par exemple, si le secteur agricole réduit sa demande d'engrais,

[4] Ce scénario s'inspire vaguement du rapport de 1999 de Serecon Management Consulting Inc., préparé pour l'ARAP.

il va de soi que l'industrie des engrais produira moins d'engrais et qu'à leur tour, les entreprises qui fournissent des intrants au secteur des engrais réduiront leur production. Tous ces changements, de même que les changements dans le revenu des ménages, sont estimés par le Modèle des échanges intersectoriels d'AAC. Le modèle estime les changements qui touchent la production industrielle. L'analyse de compétitivité a permis de dégager quelques problèmes de compétitivité d'ordre national (régional) et international se rapportant à l'adoption d'une stratégie donnée de réduction des GES.

4.2 Description des stratégies de réduction évaluées à la phase II[5]

Onze stratégies de réduction prometteuses se sont dégagées de l'analyse des résultats de la phase I.

Amélioration de la gestion des éléments nutritifs des sols
Les agriculteurs peuvent améliorer la gestion des éléments nutritifs des sols en épandant de manière efficace des engrais sur les cultures, en fonction d'analyses du sol dans l'est du pays et d'une diminution des épandages l'automne dans l'ouest. Les résultats de cette simulation suggèrent un léger changement de l'amalgame des productions végétales, surtout dans la diminution de la superficie affectée à la culture du maïs dans l'est du Canada. Les productions animales restent pratiquement inchangées. Le résultat direct de cette stratégie est une diminution des émissions de N_2O. Quant aux émissions de GES des exploitations agricoles, elles baissent de 1,4 % par rapport au scénario MSQ 2010. On constate un léger avantage économique pour les consommateurs et les producteurs.

Utilisation accrue des pratiques aratoires antiérosives
La superficie de cultures sans labour dans les trois provinces des Prairies doublera par rapport au scénario MSQ 2010. On constate un léger changement de l'amalgame des productions végétales, notamment une augmentation des superficies où l'on pratique la culture des pois et de l'avoine. On prévoit une baisse significative (3 %-8 % par rapport au scénario MSQ 2010) des émissions de GES. Cette simulation ne tient toutefois pas compte des risques possibles qui se rattachent aux températures du sol au printemps ni aux niveaux d'humidité. De plus, elle présume que les agriculteurs qui adoptent des pratiques aratoires antiérosives ne se remettent plus au labour conventionnel.

Diminution des jachères
La superficie en jachère baisse davantage dans les Prairies et dans la région de la rivière de la Paix en Colombie-Britannique. Au total, la superficie mise en jachère diminue de 1,9 million d'hectares (par rapport au scénario MSQ 2010). La culture de ces terres se poursuivra sur chaume, ce qui entraîne une augmentation de l'utilisation d'engrais. L'augmentation des productions végétales résultant de l'élimination des jachères se traduit également par une baisse

[5] On trouvera d'autres précisions sur les résultats de cette analyse dans Junkins *et al.* (2000).

minime des prix, qui, à son tour, entraîne une légère augmentation des productions animales. Même si les producteurs et les consommateurs s'en tirent légèrement mieux, l'évolution des émissions de GES n'est pas concluante, puisqu'elle oscille entre -2 % et +2 % par rapport au scénario MSQ 2010. La séquestration accrue de carbone dans le sol est neutralisée par l'augmentation des émissions attribuable à l'utilisation d'engrais et aux productions animales. On a présumé que la superficie de jachères dans la rotation des cultures serait maintenue à son bas niveau.

Utilisation accrue des fourrages dans la rotation des cultures

L'utilisation accrue des fourrages dans la rotation des cultures se traduira par un changement de l'amalgame des productions végétales, notamment par une baisse de la superficie affectée à la culture des grains et des oléagineux. Près de 10 % des terres labourables dans l'ouest du Canada (environ 3,1 million d'hectares) sont affectées à la culture des fourrages. Pour absorber cette hausse de la production fourragère, la production bovine nationale augmente de plus de 50 %. Les quantités de porcs mis en marché baissent légèrement à cause d'une hausse des prix des céréales fourragères résultant de la baisse des productions végétales. En dépit d'une hausse des avantages pour les consommateurs et les producteurs due à l'augmentation du cheptel bovin, les émissions de GES augmentent sensiblement pour la même raison. C'est pourquoi nous n'avons pas soumis ce scénario à une analyse plus fouillée.

Augmentation de la couverture végétale permanente

La conversion d'une partie des terres agricoles à rendement marginal en couverture végétale permanente porte sur près d'un million d'hectares dans les Prairies. Environ 90 % de ces terres ont été converties en pâturages bonifiés, les 10 % restants en prairies de fauche. Deux variantes de cette stratégie ont été simulées. Dans un cas, on n'a prévu aucune augmentation du cheptel bovin moyennant une baisse des GES de 2 %-3 % par rapport au scénario MSQ 2010. Dans le deuxième cas, toutefois, si l'on autorise le cheptel bovin à augmenter pour absorber l'augmentation de la production fourragère, on constate une réduction infime (0 %-1 % par rapport au scénario MSQ 2010) des émissions de GES. On constate néanmoins une hausse des avantages pour les consommateurs et les producteurs attribuable à l'augmentation de la production bovine.

Gestion optimale du broutage et des herbages

Pour accroître la séquestration du carbone dans les herbages, on a prévu trois méthodes de gestion :

- baisse des charges de bovins dans les grands pâturages libres soumis à une exploitation excessive moyennant l'alimentation supplémentaire des animaux dans des parcs d'engraissement;
- recours accru à des méthodes de broutage complémentaires;
- augmentation de la superficie des pacages gérés sur le mode d'une rotation.

Ces méthodes de gestion devaient augmenter la production de biomasse et, par conséquent, la séquestration de carbone dans les régions humides des Prairies. L'effet de cette stratégie sur l'amalgame des productions végétales est minime, même si l'on constate une augmentation de la demande d'aliments du bétail attribuable à une diminution de la capacité de charge des pacages. On prévoit une baisse de 4 % des émissions de GES (par rapport au scénario MSQ 2010) en vertu de cette stratégie, sans pratiquement le moindre changement dans les retombées pour les producteurs et les consommateurs. Dans le cadre de ce scénario, on n'a pas ajusté les gains de production se rattachant à l'amélioration de la qualité des fourrages.

Gestion des fumiers

La stratégie de gestion des fumiers cherche à faire diminuer les émissions de GES grâce à un épandage plus efficace sur les terres labourables et à une amélioration des méthodes de stockage du lisier liquide. En vertu de la première méthode, on réduit l'épandage de fumier à l'automne, ce qui entraîne une baisse du lessivage de l'azote attribuable aux productions végétales. En recouvrant les réservoirs à lisier liquide de paille flottante ou de couvercles de type ballon, on obtient une diminution des émissions de CH_4. Cependant, dans les deux cas, la diminution des émissions totales de GES se situe dans la fourchette de 0,1 % à 2,0 %. Compte tenu des incertitudes qui se rattachent aux données utilisées pour cette simulation, on a jugé inutile de poursuivre cette analyse à la phase II.

Gestion des animaux et de leur alimentation

Parmi les pratiques d'alimentation des animaux, mentionnons la diminution de la teneur en protéines des aliments et l'ajout d'acides aminés libres pour équilibrer les protéines. Quatre pratiques bien précises ont été envisagées dans cette simulation : réduction des ingesta de protéines par les porcs, ajout de phytase au régime des porcs, diminution des ingesta de protéines par la volaille et les vaches laitières et ajout d'acides aminés protégés contre la dégradation ruminale pour les vaches laitières. Ces mesures autorisent une baisse à la fois du CH_4 et de l'azote contenu dans le fumier. La diminution du total des émissions agricoles de GES en vertu de cette stratégie se chiffre à environ 1 % par rapport au scénario MSQ 2010.

Activités agroforestières

L'agroforesterie pourrait concentrer 1 % des terres labourables converties en plantations brise-vent dans les Prairies. Une telle conversion se traduit par une baisse des productions végétales et par une diminution du nombre de vaches d'élevage de boucherie en raison d'une augmentation du prix des fourrages. La diminution des émissions de GES est estimée à environ 3 % par rapport au scénario MSQ 2010.

Utilisation de fibres agricoles pour la fabrication de produits commerciaux

L'utilisation de fibres agricoles pour la fabrication de produits commerciaux n'a pas été analysée à l'aide du MCPEEA. Les sous-modèles (MARAC et MEGES) n'auraient pas fourni de nouvelles données significatives par rapport aux considérations d'ordre économique et aux possibilités de réduire les GES. L'analyse plus approfondie de la phase II est en cours et les résultats seront rapportés dans Junkins *et al.* (2000).

Production de biocombustibles

À l'instar de ce qui précède, la production de biocombustibles n'a pas fait l'objet d'une analyse du MCPEEA étant donné que les sous-modèles (MARAC et MEGES) n'auraient pas fourni de nouvelles données significatives par rapport aux considérations d'ordre économique et aux possibilités de réduire les GES. L'analyse plus approfondie de la phase II est en cours et les résultats seront rapportés dans Junkins *et al.* (2000).

4.3 Interprétation de l'analyse économique

La Table estime que les activités de modélisation ne sont pas terminées. Au moment où ce Rapport sur les options a été rédigé, la Table avait analysé certains résultats des simulations (selon le MCPEEA) à propos du scénario MSQ et d'autres stratégies. À l'issue de cette analyse, la Table a suggéré quatre éléments passibles d'amélioration dans l'élaboration du modèle et les lacunes d'information connexes :

- l'établissement exact des conséquences directes des diverses stratégies est essentiel à l'exactitude des résultats;

- la structure actuelle du MCPEEA ne permet pas d'incorporer les changements dans les gains de production qui ont un rapport avec l'ampleur de l'opération. Par exemple, les gains relatifs à l'adoption de techniques d'alimentation plus évoluées pour les élevages à grande échelle par opposition aux élevages à petite échelle ne sont pas reconnus. Or, ces changements doivent être déterminés de l'extérieur en fonction d'un changement dans les coefficients d'émission;

- les coefficients d'émission utilisés dans le MCPEEA suivent de près la méthodologie d'Environnement Canada pour établir l'inventaire canadien des GES, moyennant certaines modifications qui tiennent compte des conditions agricoles régionales. Toutefois, le niveau de réalisme des conditions canadiennes reste relativement piètre, mais il peut être accru grâce à de nouvelles recherches scientifiques;

- les prévisions relatives à la production agricole future des différentes régions dépendent de facteurs macro. Il se peut que les prévisions aient mal intégré les changements survenus dans la conjoncture économique et institutionnelle à laquelle font face les producteurs de diverses régions.

En dépit de ces limites, la modélisation s'est révélée un instrument utile qui a permis à la Table d'évaluer quantitativement (sur le plan de l'orientation et de l'ordre de grandeur) le potentiel de réduction des GES en vertu des diverses stratégies. Le recours à une approche systémique qui tient compte de toutes les émissions liées aux activités agricoles a également permis à la Table d'analyser les émissions agricoles dans un contexte canadien élargi. Le peaufinement des modèles s'impose et est vivement encouragé.

5 Défis et possibilités en matière de politiques de réduction des gaz à effet de serre

Le secteur agricole offre un immense potentiel de réduction des émissions de GES. Toutefois, il est difficile de choisir un ensemble de mesures pour réaliser ces possibilités de façon rentable. Le secteur agricole possède des caractéristiques qui le situent en dehors des autres secteurs. Six de ces caractéristiques ont décidé de la démarche adoptée par la Table pour réduire les émissions de GES dans le secteur agricole :

- Lacunes dans les connaissances – On ignore encore beaucoup de choses sur les émissions de GES résultant des technologies actuellement utilisées par le secteur agricole et sur les possibilités de les réduire au moyen d'autres technologies. Les émissions de GES sont le fait de processus biologiques complexes qui séquestrent le CO_2 de l'atmosphère mais qui produisent également du CO_2, du CH_4 et du N_2O. Les émissions de GES sont par définition dynamiques et instables en raison de l'influence des conditions météorologiques et d'autres facteurs environnementaux. De plus, les émissions de GES sont une préoccupation relativement récente et elles n'ont pas fait l'objet d'études très approfondies. Ce manque de connaissances contraste vivement avec ce que l'on sait d'autres secteurs où les émissions de GES sont essentiellement attribuables à la combustion de combustibles fossiles. Dans ces secteurs, cela fait des années que le rendement énergétique est étudié et que l'on sait que les émissions de CO_2 sont généralement directement proportionnelles à l'utilisation de combustibles.

- Taille – On dénombre plus de 250 000 exploitations qui se livrent à l'agriculture, disséminées sur plus de 50 millions d'hectares de terre et utilisant des processus biologiques pour produire des centaines de produits. Le nombre d'agriculteurs et la complexité des systèmes font que la surveillance et la vérification des mesures prises isolément sont très difficiles et très coûteuses. Compte tenu des possibilités limitées de surveiller les mesures individuelles, on est également limité dans l'utilisation de règlements et de normes rentables pour entraîner un changement d'attitude.

- Faibles marges bénéficiaires – En général, le secteur agricole canadien dispose de marges bénéficiaires très minces et n'est guère en mesure de répercuter une majoration de ses coûts sur les consommateurs. Les politiques visant une réduction des émissions de GES qui ont pour effet de rehausser le coût des facteurs de production directement ou indirectement compromettront sérieusement la compétitivité du secteur agricole. Dans une optique sociale, une baisse des revenus entraînera la disparition de fermes et accentuera le dépeuplement des régions rurales.

- Différends commerciaux – Les produits agricoles ont fait l'objet de nombreux différends commerciaux. Avant de choisir des politiques visant à réduire les émissions de GES, il faut

étudier les règles générales de l'OMC et, en particulier, la possibilité d'une imposition de droits compensateurs ou antidumping par les États-Unis.

- Changements climatiques – Le secteur agricole risque d'être sérieusement touché par les changements climatiques. Les processus biologiques qui entrent en jeu dans la production agricole sont éminemment tributaires des conditions climatiques et météorologiques. Le secteur doit donc s'adapter à ces changements s'il veut survivre. Malheureusement, on ignore comment, quand ou où les changements climatiques se manifesteront et les conséquences qu'ils auront sur les marchés agricoles mondiaux. C'est pourquoi l'adaptabilité au climat doit être un paramètre important dans les choix politiques et technologiques de ce secteur.

- Élaboration des politiques – L'élaboration des politiques dans le secteur agricole diffère de ce qui se passe dans d'autres secteurs. L'agriculture est une responsabilité que se partagent les gouvernements fédéral et provinciaux selon la Constitution canadienne. Cependant, de nombreux règlements et normes environnementaux sont fixés par les administrations municipales locales. Les organismes agricoles jouent également un rôle important dans l'élaboration des politiques aux trois paliers de gouvernement.

Globalement, ces six caractéristiques ne facilitent pas l'élaboration de politiques adaptées pour réduire les GES dans le secteur agricole. Les politiques ne peuvent prescrire la surveillance et la vérification de chaque mesure, pas plus qu'elles ne doivent entraîner de fortes hausses des coûts de production. Compte tenu de ces limites, le meilleur moyen de réduire les GES consistera à créer et à promouvoir des technologies qui rehaussent la rentabilité et qui peuvent être adoptées à titre facultatif. Même si ces technologies existent déjà, il est important de découvrir et de concevoir de nouvelles technologies rentables pour réduire les émissions de GES.

Fort heureusement, le secteur agricole n'est pas dépourvu d'exemples de recherches qui ont donné naissance à des technologies que le secteur a adoptées. Au chapitre des productions animales, par exemple, une bonne part du secteur a conçu et adopté des systèmes de pâturage et de gestion de la nutrition. Dans le domaine des productions végétales, les recherches ne cessent de donner lieu à de nouvelles variétés et cultures de céréales qui sont adoptées par le secteur. Les méthodes de culture sans labour sont nées du désir des agriculteurs, des décideurs et de l'industrie de réduire l'érosion des sols. Dans le cas des cultures sans labour, 25 années de développement ont donné lieu à des technologies rentables qui sont aujourd'hui d'usage courant dans le secteur. Compte tenu de ces succès, et sous réserve que le secteur agricole ne relâche pas ses efforts de recherche-développement, on peut s'attendre à la conception de nombreuses technologies qui seront adoptées pourvu que l'on ait la preuve de leurs avantages.

5.1 Étapes du développement technologique

Le développement des technologies passe généralement par plusieurs étapes depuis le repérage d'un besoin jusqu'à l'adoption définitive d'une nouvelle technologie pour y répondre. Le processus national a décelé le besoin de réduire les émissions de GES du secteur agricole. Pour agir de manière rentable, il faudra adopter de nouvelles technologies. À partir d'un objectif ou de la détection d'un problème, les étapes du développement technologique aboutissent à des idées, à la mise au point de prototypes destinés à des applications commerciales et à leur adoption et leur vérification (figure 2).

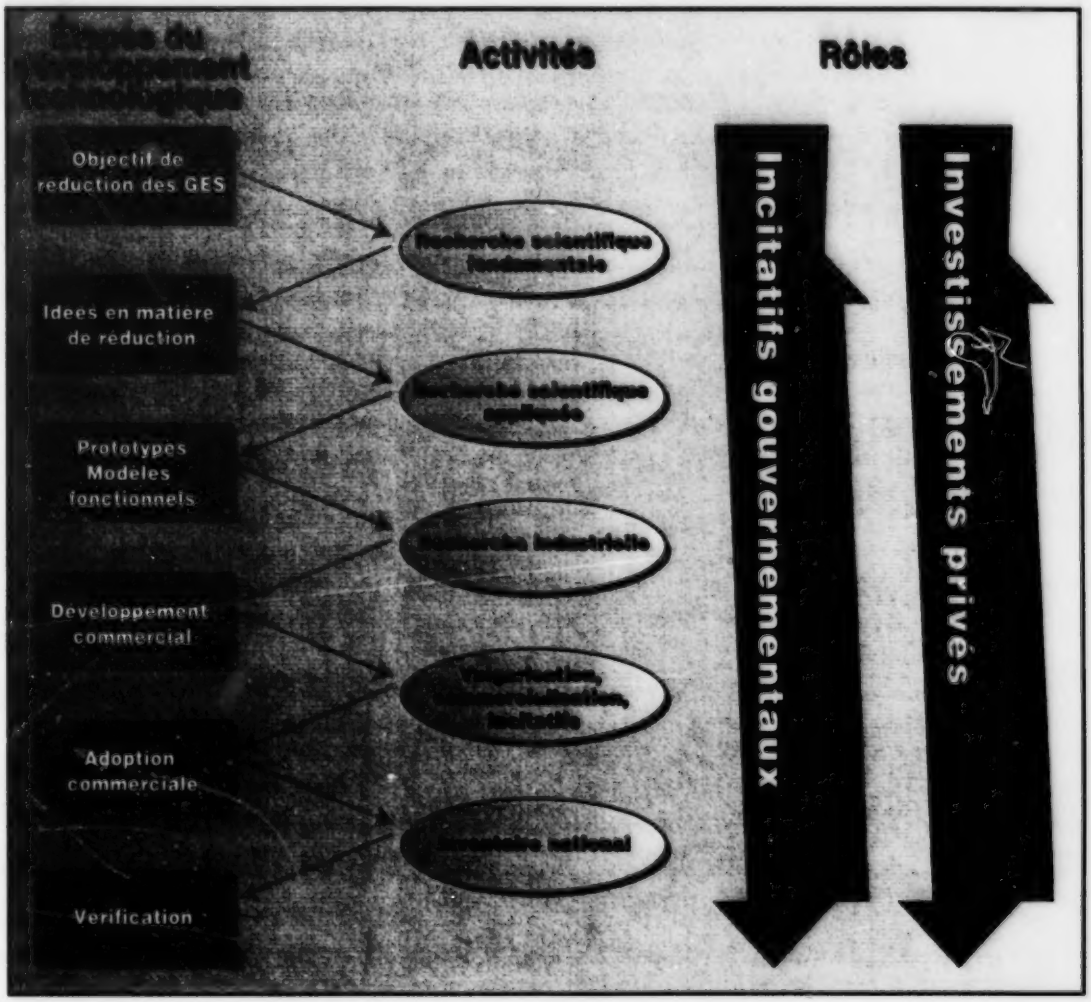

Figure 2 : Étapes, activités et rôles dans le développement technologique.

5.2 Les actions entre les étapes

Pour passer d'une étape à la suivante dans le développement technologique, il faut engager des activités bien précises. Cinq activités sont illustrées à la figure 2. Les mesures qu'il faut prendre pour assurer l'adoption d'une nouvelle technologie dépendent beaucoup de l'état de développement de la technologie. Par exemple, si une technologie qui a fait ses preuves commerciales ne nécessite que des activités de commercialisation et de vulgarisation, une idée nouvelle peut en revanche exiger des recherches scientifiques, des recherches industrielles ainsi que des activités de commercialisation et de vulgarisation.

5.3 Le rôle des gouvernements et du secteur privé

Le développement et l'adoption de technologies permettant de réduire les émissions de GES nécessitent un amalgame de mesures gouvernementales et industrielles. À l'heure actuelle, les émissions de GES sont des produits non marchands, ce qui veut dire qu'elles n'ont pas de valeur sur le marché. Toutefois, après avoir soupesé la prépondérance des preuves scientifiques, beaucoup de gens en sont venus à la conclusion que les émissions de GES peuvent s'accompagner de coûts environnementaux élevés. Pour tenir compte du point de vue des citoyens, les gouvernements ont ratifié le Protocole de Kyoto et se sont engagés à adopter des politiques afin de réduire leurs émissions de GES. Sans l'intervention des gouvernements, les marchés ne tenteraient rien pour réduire les émissions de GES. C'est ainsi que les politiques gouvernementales sont inextricablement liées à la réduction des GES.

Il est excessivement complexe de déterminer le rôle que doivent jouer les gouvernements pour réduire les émissions de GES. Idéalement parlant, ceux-ci doivent élaborer des politiques pour atteindre les objectifs de réduction des GES au moindre coût économique et social pour le pays. Les politiques les moins coûteuses dépendent de nombreux facteurs, notamment de l'efficacité et de la répartition des avantages qui s'y rattachent. Le problème est particulièrement complexe dans le secteur agricole. Ses caractéristiques limitent en effet la capacité des gouvernements à recourir à des règlements et à des taxes pour l'inciter à concevoir de nouvelles technologies. En revanche, les gouvernements doivent offrir de contribuer au développement et à l'adoption de technologies capables de réduire les émissions de GES qui présentent un attrait économique pour les producteurs.

Au cours du processus de développement technologique, les gouvernements ne doivent apporter leur aide que si les marchés ne parviennent pas à offrir des incitatifs suffisants. L'échec du marché peut survenir à plusieurs étapes selon le type de technologie en cours de développement. En général, plus un produit est loin de son adoption commerciale, plus les entreprises hésitent à investir dans son développement. C'est au niveau des recherches fondamentales que le développement technologique privé essuie les plus fortes pertes. À ce stade de développement, les concepts sont encore vagues, les possibilités d'adoption commerciale sont lointaines et la possibilité d'empêcher les technologies « d'imitation » est extrêmement limitée. À mesure que

les activités de développement se rapprochent du stade du prototype commercial, il devient généralement plus facile de saisir la valeur des recherches. Au fur et à mesure que des produits commerciaux sont fabriqués et protégés par des brevets, l'industrie a de plus en plus de chances d'en récolter les bénéfices.

L'exception à cette règle réside dans la création et la diffusion d'informations et d'idées qui ne peuvent être saisies par certaines entreprises. Ce problème peut survenir à n'importe quelle étape du développement. Par exemple, si une entreprise règle la facture d'activités de vulgarisation qui exaltent les vertus des cultures sans labour, d'autres entreprises qui vendent des produits concurrentiels peuvent très bien « resquiller » et récolter les avantages de l'investissement de mise en marché. En raison de ce problème de resquillage, les entreprises ont tendance à sous-investir dans les activités de vulgarisation publique qui peuvent revêtir une importance critique pour l'adoption de stratégies de réduction des GES.

Dans les nombreux secteurs où l'on ignore les technologies de réduction des GES, le processus doit commencer par deux types de recherche sur les effets des GES :

- étude de l'éventail des technologies existant actuellement;
- développement de nouvelles technologies.

L'industrie peut jouer un rôle essentiel dans l'orientation des recherches et l'adoption de technologies visant à réduire les GES. Mais, pour qu'elle assume ce rôle, il faut à tout prix lui offrir des incitatifs, même modestes.

5.4 Chronologie des politiques

La chronologie optimale des politiques visant à réduire les émissions de GES est un élément d'une extrême importance. Même si les mesures prises immédiatement auront pour effet de réduire les émissions mondiales de GES, les réductions qui surviendront avant 2008 ne contribueront pas explicitement à la cible que le Canada s'est fixée à Kyoto. Il est vrai par ailleurs que de nombreux processus, notamment le développement de nouvelles technologies, peuvent prendre des années, d'où la nécessité de prendre des mesures immédiates.

Une question d'importance cruciale est le traitement des puits. Advenant que les puits finissent par être visés dans la mise en oeuvre du Protocole de Kyoto mais que les mesures hâtives ne soient pas rétribuées, une telle combinaison risque d'avoir l'effet pervers de « vider » les puits avant 2008 dans l'espoir d'obtenir une rémunération en les remplissant après 2008. D'un autre côté, si les puits peuvent n'être remplis qu'une seule fois, compte tenu de l'incertitude qui plane sur les effets climatiques futurs et les politiques de réduction des GES, faut-il alors remplir ces puits dès aujourd'hui ou plus tard, peut-être à une date plus critique?

Enfin, la volonté du secteur privé à investir dans des technologies de réduction des GES dépendra beaucoup du niveau d'engagement pris par les gouvernements. L'incertitude qui plane

au-dessus des incitatifs futurs incite à différer tout investissement jusqu'à la diffusion d'un plus gros volume d'informations. Advenant qu'un long délai soit prévu entre l'investissement et l'adoption des technologies, une telle incertitude retardera la contribution du secteur agricole à la réduction des émissions de GES.

6 Ce que nous avons constaté

La Table a entrepris des recherches approfondies et systématiques, mais n'a réussi à recenser que peu de mesures qui contribueront sans conteste à réduire les émissions de GES du secteur agricole à faible coût. Dans la plupart des cas, on sait très peu de choses sur l'effet des technologies de substitution ou sur les coûts économiques des technologies. On a la preuve irréfutable que des recherches plus poussées s'imposent pour évaluer ces technologies et en découvrir d'autres qui contribueront encore plus à réduire les émissions de GES.

Les technologies qui contribuent à réduire les émissions de GES à bas prix et de manière vérifiable ont un rapport avec la séquestration du carbone. Plusieurs technologies promettent une réduction nette des émissions de GES en plus de contribuer à l'engagement pris par le Canada à Kyoto sous réserve que les puits finissent par être incorporés dans le Protocole. La Table a recensé trois secteurs :

- augmentation des cultures sans labour, réduction des jachères, amélioration des stratégies de pâturage et conversion des terres labourables en habitats fauniques – puits édaphiques;
- agroforesterie et plantations brise-vent – puits forestiers;
- fabrication de carton paille et d'autres fibres – puits industriels.

Si le Canada veut vraiment réduire ses émissions de GES indépendamment de l'acceptation de ces technologies dans le Protocole de Kyoto, ces dernières sont suffisamment bien connues pour être activement promues. Il faut alors mener des recherches en sciences sociales sur les instruments commerciaux et non commerciaux qui peuvent servir à augmenter le taux d'adoption. Par ailleurs, d'autres études s'imposent sur la chronologie optimale des politiques.

Quantité d'autres domaines offrent la possibilité de réduire les émissions de GES, même si l'on n'est pas sûr des effets de technologies précises ou, surtout, des technologies optimales à utiliser. Une telle incertitude incite à croire qu'une technologie est à un stade de développement peu avancé et que d'autres recherches fondamentales et appliquées sont nécessaires avant de promouvoir des technologies précises. Dans ce cas, la conception des incitatifs pour la recherche revêt beaucoup d'importance. Parmi les possibilités qui existent à ce stade de développement, mentionnons la gestion des éléments nutritifs des productions végétales, la gestion des éléments nutritifs des animaux, la gestion des fumiers et les biocombustibles.

Dans le fond, même si de nombreuses technologies paraissent prometteuses, il n'existe apparemment pas de « projectile magique » dans l'arsenal pour réduire les émissions de GES du secteur agricole de 6 % par rapport au niveau de 1990. La bonne nouvelle est que, contrairement aux économies d'énergie, les recherches qui visent à réduire les GES dans le secteur agricole n'en sont qu'à un stade très préliminaire, de sorte que le problème est nouveau. Pour l'instant, on ne sait pas suffisamment de choses sur les effets de quantité de technologies employées de nos jours. Leur étude permettra de mieux comprendre les processus et de perfectionner les meilleures

technologies existantes pour en accroître encore l'efficacité à l'avenir. Il reste encore de nombreuses questions à régler au sujet des meilleures institutions privées et publiques capables de réduire les émissions de GES de manière rentable, ce qui témoigne du besoin de poursuivre l'élaboration de politiques.

À elle seule, la réduction des émissions de GES a peu de chances d'entraîner un revirement spectaculaire des méthodes de production. Il existe néanmoins une profonde synergie entre ces méthodes et celles qui tentent de régler d'autres problèmes environnementaux dans le secteur agricole. Qu'il nous suffise d'en mentionner six :

- la réduction des émissions de CH_4 des productions animales aura également des effets positifs sur le rendement de la conversion alimentaire chez les animaux;

- la diminution des émissions de CH_4 résultant de l'entreposage des fumiers entraînera une atténuation des odeurs, qui est l'un des principaux problèmes se rattachant à l'emplacement des installations d'entreposage des fumiers;

- la diminution des émissions de N_2O des engrais et des lisiers d'origine animale par la recherche de méthodes visant à accroître l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs qui diminueront le lessivage des nitrates dans les eaux souterraines et feront baisser les dépenses consacrées à l'achat d'engrais;

- la réduction des émissions de N_2O des fumiers par une baisse de la teneur globale en azote des fumiers grâce à l'élaboration de meilleures stratégies d'alimentation qui présentent d'autres avantages sur le plan de l'environnement et de l'économie comme une réduction de la teneur des fumiers en phosphore et l'utilisation plus efficace des aliments du bétail;

- la séquestration du carbone du sol par une augmentation de la matière organique dans les sols aboutira à une amélioration de la qualité des sols, ce qui a de nombreuses implications agronomiques, notamment une fertilité accrue, une amélioration de la capacité de rétention de l'eau, une moindre vulnérabilité à l'érosion par le vent et par l'eau et une augmentation de la biodiversité du sol;

- l'augmentation de la séquestration du carbone du sol grâce aux plantations brise-vent et la diminution des jachères rehausseront la valeur des terres agricoles comme habitats fauniques.

C'est ainsi que les efforts déployés pour réduire les émissions de GES du secteur agricole devront aller de pair avec les efforts visant à résoudre ces autres problèmes environnementaux.

7 L'avenir

7.1 Mise en oeuvre du processus

Les recommandations que contient ce rapport indiquent la façon dont les gouvernements peuvent créer un climat propice à une réduction nette des émissions de GES dans le secteur agricole moyennant un coût économique minimal pour le secteur et pour l'économie canadienne dans son ensemble. Les recommandations sont étayées dans le corps du rapport par une description de l'approche analytique de la Table et des éléments scientifiques et économiques que la Table a utilisés pour les élaborer.

Pour réduire les émissions de GES, il faudra que les pouvoirs publics et le secteur privé y mettent du leur. Il se peut que certains moyens de recherche-développement fournis par les gouvernements offrent la possibilité au secteur privé de profiter de l'adoption de technologies améliorées. Un secteur privé mieux renseigné reconnaîtra également qu'en raison de l'importance que revêt l'environnement sur les marchés internationaux et des possibilités d'échanger des droits d'émission, la création d'un secteur émettant peu de GES est sans doute une bonne affaire. Enfin, le gouvernement doit confirmer sa volonté de réduire les émissions et décréter que tout secteur qui ne trouve pas le moyen de contribuer à la réduction des émissions de GES risque de se voir imposer des mesures obligatoires à l'avenir.

Les recommandations sont le fruit de 16 mois de recherches et de délibérations par la Table. Elles constituent le cadre de la stratégie nationale de réduction rentable des émissions nettes de GES dans le secteur agricole. Le capital humain et social qu'incarne cette Table est une ressource précieuse qui pourra être consultée pour peaufiner et mettre en oeuvre les stratégies de réduction des émissions de GES.

Bon nombre des recommandations doivent être mises en oeuvre immédiatement et simultanément pour avoir un véritable impact d'ici la période d'engagement 2008-2012. Comme le prescrit le processus national, les deux premières recommandations sont des mesures hâtives qui doivent être prises immédiatement pour réduire les émissions nettes de GES. Ces mesures hâtives favorisent les technologies qui représentent manifestement un moyen rentable de réduire les émissions de GES.

Les autres recommandations portent sur des processus qui mettent plusieurs années à donner des résultats. La recherche est une activité qui prend du temps. Plus les recherches commencent tôt, plus vite leurs résultats se matérialiseront. Le même caractère d'urgence se rattache aux programmes de vulgarisation, le processus d'adoption prenant lui aussi du temps. Il faut donc inciter le secteur privé à concevoir et à adopter le plus vite possible les meilleures méthodes de gestion pour réduire les émissions de GES. Cet effort revêt particulièrement de l'importance pour les membres du secteur qui s'agrandissent dès aujourd'hui et qui investissent dans les technologies qu'ils utiliseront en 2008. L'urgence qu'il y a à lancer des travaux sur de nombreux front suggère qu'il faut engager immédiatement des moyens et déployer des efforts concertés pour créer les institutions et les politiques qui seront chargées de répartir ces moyens. Tout retard

dans ces initiatives compromettra la possibilité de réduire les émissions de GES durant la période d'engagement.

7.2 Recommandations

Recommandation 1. Les pouvoirs publics doivent débloquer des moyens pour contribuer à étoffer les connaissances qu'il faut pour stimuler l'adoption de technologies qui ont fait leurs preuves. Par exemple, les pouvoirs publics doivent collaborer avec le secteur privé pour encourager l'adoption de systèmes des gestion du broutage, de stratégies d'alimentation des animaux et de systèmes de culture sans labour améliorés.

Au nombre des activités, mentionnons l'établissement de points de repère pour pouvoir comparer les producteurs entre eux, le soutien des groupes de producteurs au chapitre des activités de vulgarisation et la sensibilisation du public aux problèmes des GES. En général, l'amélioration de la production entraînera une réduction nette des émissions de GES. Les efforts préliminaires doivent viser avant tout à sensibiliser le public aux problèmes des GES et à promouvoir des méthodes de production plus efficaces, tandis qu'ultérieurement, leur but devra être d'aider l'industrie à mieux comprendre certaines technologies précises et leurs effets sur les émissions de GES.

Recommandation 2. Compte tenu des avantages qui résultent pour le public d'une solide connaissance des technologies rentables et de l'intérêt économique qu'il y a à les adopter, les gouvernements doivent offrir des incitatifs publics visant l'adoption de technologies contribuant à réduire les émissions de GES. Il faudra que ces incitatifs publics restent en place jusqu'à l'établissement de marchés pour la réduction des émissions dans le secteur agricole. Par exemple, les pouvoirs publics doivent collaborer avec le secteur privé pour offrir des incitatifs financiers visant l'établissement de plantations brise-vent.

Il est sans doute rentable pour les pouvoirs publics d'offrir des incitatifs économiques dans le secteur agricole lorsqu'ils doivent engager de plus grosses dépenses dans d'autres secteurs pour obtenir une réduction équivalente des émissions de GES.

Recommandation 3. Le gouvernement fédéral doit continuer d'insister pour que les puits édaphiques, forestiers et industriels soient inclus dans le Protocole de Kyoto et s'assurer que les lignes directrices du GIEC reflètent fidèlement la situation du Canada.

En tant que Partie au Protocole de Kyoto, le gouvernement fédéral doit continuer à faire pression pour que les puits soient inclus dans le Protocole. Les puits sont un élément important de ce que le secteur agricole peut faire pour résoudre le problème des GES à l'échelle mondiale.

Recommandation 4. Les gouvernements doivent débloquer des crédits de recherche gérés par le secteur agricole pour stimuler les activités de recherche-développement sur les technologies appliquées visant à réduire les émissions de GES.

La participation directe du secteur agricole à l'élaboration de technologies permet de s'assurer que les technologies profitent des connaissances qui existent dans le secteur tout en sensibilisant celui-ci aux problèmes et aux possibilités qui se rattachent aux GES. Le financement public doit se poursuivre jusqu'à ce que le secteur privé offre des incitatifs suffisants pour ces activités.

Recommandation 5. Les gouvernements doivent débloquer des ressources publiques à l'appui des recherches fondamentales visant une réduction nette des émissions de GES, surtout dans les domaines de la gestion des éléments nutritifs des cultures et des animaux, de la gestion des fumiers, de la séquestration du carbone et des biocombustibles.

Des ressources publiques doivent être débloquées pour les activités de recherche qui ne sont pas normalement réalisées par le secteur privé. Ces recherches peuvent inclure des recherches scientifiques fondamentales visant à mieux comprendre les processus qui entrent en jeu dans les émissions de GES, des recherches sur les technologies novatrices dont l'adoption commerciale prendra des années, et la création de réseaux ou de centres chargés de coordonner et d'échanger les recherches qui se font dans tous les secteurs, les provinces et les pays. L'argent doit être consacré à un portefeuille d'activités dont les retombées et les résultats prévus s'échelonneront. Même si la contribution du secteur privé paraît souhaitable, le processus d'affectation nécessitera à tout prix une grande expertise scientifique.

Recommandation 6. Dans le cadre d'une stratégie nationale, les gouvernements doivent collaborer avec le secteur agricole pour peaufiner les systèmes nationaux d'inventaire, de mesure et de vérification relatifs aux émissions nettes de GES pour qu'ils reflètent les progrès technologiques. La surveillance doit consister à recueillir des données brutes plus précises et à peaufiner les modèles analytiques qui peuvent servir à gérer et à évaluer l'efficacité des politiques de réduction des émissions de GES.

Pour que les émissions nettes de GES du secteur agricole bénéficient d'une reconnaissance internationale, il faudra pouvoir en vérifier la réduction. Le processus de vérification exige une part de modélisation. Or, il faudra trouver des ressources pour créer des modèles plus précis. Il faut également que le système de vérification et de modélisation soit exact et transparent, ce qui signifie qu'il doit se dérouler indépendamment de toute influence politique.

Recommandation 7. Dans le cadre du processus national, il convient de surveiller et de publier les tendances des émissions de GES dans tous les secteurs de l'agriculture de toutes les provinces.

Cette recommandation a pour but de sensibiliser les gens aux émissions de GES dans chaque secteur de l'agriculture canadienne. Les données permettront aux secteurs qui réussissent à réduire leurs émissions de GES d'obtenir l'appui du public et exerceront des pressions sur les autres secteurs pour qu'ils réduisent leurs émissions de GES. Les rapports doivent bien entendu

être aussi exacts que transparents et, pour ce faire, ils doivent être totalement indépendants de toute influence politique.

Recommandation 8. Les gouvernements doivent collaborer avec le secteur agricole pour établir des objectifs de réduction des émissions de GES et prévoir des incitatifs pour les atteindre.

La contribution du secteur privé est absolument nécessaire à l'établissement d'objectifs de réduction des émissions de GES. Le fait d'avoir des objectifs bien précis permettra de mobiliser les efforts visant à réduire les émissions de GES.

Recommandation 9. Les gouvernements doivent aider le secteur agricole à élaborer et à peaufiner de bonnes pratiques de gestion pour réduire les émissions de GES.

Cette recommandation exige d'évaluer les technologies modernes au moyen d'une analyse approfondie des émissions de GES attribuables aux technologies existantes. Les résultats de cette évaluation devront être combinés aux plans de gestion des éléments nutritifs des productions végétales et animales. Certes, ces activités nécessiteront l'injection de deniers publics pour surmonter le problème de l'intérêt public, en plus de nécessiter une collaboration étroite avec l'industrie. Ces fonds de référenciation pourront être contrôlés par des groupes du secteur privé, tandis que les résultats des recherches devront être fournis à un organisme central qui coordonnera la diffusion générale des résultats.

Recommandation 10. Les gouvernements doivent débloquer des fonds pour financer les recherches stratégiques, les études de marché, les recherches juridiques et d'autres infrastructures publiques afin de faciliter l'élaboration de mécanismes commerciaux qui récompenseront toute baisse des émissions nettes de GES par le secteur agricole.

En définitive, les mécanismes de marché qui favorisent la réduction des émissions de GES revêtent d'autant plus d'importance qu'ils offrent de forts incitatifs au secteur privé pour qu'il conçoive et adopte des technologies qui réduisent les émissions de GES. Le gouvernement doit jouer un rôle dans la création d'un cadre juridique et stratégique pour ces marchés.

Recommandation 11. Les gouvernements doivent collaborer avec des partenaires du secteur privé à l'élaboration d'une stratégie qui renforcera la capacité du secteur agricole de s'adapter aux changements climatiques en utilisant des systèmes de production durables.

Même s'ils sont respectés, les engagements pris à Kyoto n'empêcheront pas l'accumulation de GES dans l'atmosphère; un certain degré de changement climatique est inévitable. Le secteur agricole a tout intérêt à concevoir une stratégie de longue haleine pour pouvoir s'adapter avec plus de souplesse aux changements climatiques. Cette adaptation atténuera la vulnérabilité du secteur et nous permettra de tirer meilleur parti des occasions au fur et à mesure qu'elles se présentent.

Références

La Table de l'agriculture et de l'agroalimentaire a demandé les références suivantes dans le cadre des études pour la Phase I :

1. Ball, R., G.W. Mathison, S. Mohn, and J.Buchanon-Smith. "Feeding strategies for mitigating greenhouse gas emissions from domestic animals." July 1999.

2. Campbell, C.A. and E. Coxworth. "Final report on feasibility of sequestering carbon through the use of crop residue for industrial products." July 1999.

3. ESG International. "Stage 1 report for manure management." Final report. May 1999.
4. ESG International. "Manure management strategies for mitigating greenhouse gas emissions. Phase I results." Draft report. August 1999.

5. ESG International. "Soil management strategies for mitigating greenhouse gas emissions." Phase 1 results. Draft report. August 1999.

6. LRCS Land Resource Consulting Services. "Potential water management options for mitigating greenhouse gas emissions from agriculture." Draft report. August 1999.

7. Martin, R. and A. Fredeen. "Effect of management of grasslands on greenhouse gas balance." June 1999.

8. Thomsen Corporation. "Technical Report Study No. 3: Soil nutrient management. Stage 1: Identification and preliminary documentation of soil nutrient management options." May 1999.

9. Thomsen Corporation. "Technical Report Study No. 3: Soil nutrient management. Stage 2: Technical background and detailed scenario development of selected soil nutrient management options and literature review of options with future potential." July 1999.

Les rapports suivants ont été présentés à l'atelier de la Table de l'agriculture et de l'agroalimentaire tenu à Montréal, les 19 et 20 novembre 1998:

10. Boadi, D. and K.M. Wittenberg 1998. "Ruminant livestock methane emissions: Potential for mitigation. Agriculture and Agri-Food Table Climate Change Workshop. Montreal, November 19–20, 1998.

11. Coxworth, E. and A. Hucq. "Economics of biofuels." Agriculture and Agri-Food Table Climate Change Workshop. Montreal, November 19–20, 1998

12. DeVos, G., A. Weersink, and P. Stonehouse. "The economics of modified manure handling systems for greenhouse gas reductions." Agriculture and Agri-Food Table Climate Change Workshop. Montreal, November 19–20, 1998.

13. Jeffrey, S. "The economic feasibility of modified feed and rumen management to reduce GHG emissions." Agriculture and Agri-Food Table Climate Change Workshop. Montreal, November 19–20, 1998.

14. Lemke, R.L., P. Rochette, and E. vanBochove. "Nitrous oxide emissions from Canadian agro-ecosystems: understanding the process." Agriculture and Agri-Food Table Climate Change Workshop. Montreal, November 19–20, 1998.

15. Pomar, C. "Potential to reduce greenhouse gas emissions from domestic monogastric animals. Agriculture and Agri-Food Table Climate Change Workshop. Montreal, November 19–20, 1998.

16. Smith, W.N., R. Lemke and R. Desjardins. "Developing methods to predict N_2O emissions in crop production systems. Agriculture and Agri-Food Table Climate Change Workshop. Montreal, November 19–20, 1998.

17. Tessier, S. and A. Marquis. "Livestock manure management systems and greenhouse gas production." Agriculture and Agri-Food Table Climate Change Workshop. Montreal, November 19–20, 1998.

Autres références :

18. Agriculture and Agri-Food Canada. "Medium term policy baseline." Ottawa: AAFC, 1998.

19. Baldioli, M., T. Engel, B. Klöcking, E. Priesack, T. Schaaf, C. Sperr, and E. Wang. "Expert-N, ein baukasten zur simulation der stickstoffdynamik in boden und pflanze." In Prototyp. Benutzerhandbuch, Lehreinheit für Ackerbau und Informatik im Pflanzebau, TU München, Freising, 106 pp.

20. Brundtland, Gro Harlem. World Commission on Environment and Development. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

21. Cleary, J. Identification of the environmental and health impacts of GHG mitigation options considered by the Agriculture and Agri-Food Climate Change Issues Table, 1999

22. Grant, R.F., M. Nyborg, and J. Laidlaw. "Evolution of nitrous oxide from soil: l. Model development. Soil Science 156 (1993c), 259–265.

23. Janzen, H.H., Desjardins, R.L., Asselin, J.M.R. and Grace, B. "The Health of our Air: Toward sustainable agriculture in Canada." Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Publication No. 1981/E, 1999
(electronic version available at www.agr.ca/research/branch)

24. Levelton Engineering Ltd. "Assessment of net emissions of greenhouse gases from ethanol-gasoline blends in Southern Ontario." August 1999.

25. Li, C., Frolking, and T.A. Frolking. "A model of nitrous oxide evolution from soil driven by rainfall events: 1. Model structure and sensitivity." J. Geophys. Res. 97 (1992): 9759–9776.

26. Parton, W.J., D.W. Anderson, C.V. Cole, and J.W.B. Steward. "Simulation of soil organic matter formation and mineralization in semiarid agroecosystems." In Nutrient cycling in agricultural ecosystems, edited by R.R. Lowrance, R.L. Todd, L.E. Asmussen and R.A. Leonard. Athens, Georgia: The University of Georgia, College of Agriculture Experiment Stations, Special Publication No. 23, 1983.

27. Prairie Farm Rehabilitation Administration. "Shelterbelts as a carbon reservoir." Presented to the Agriculture and Agri-Food Climate Change Table meeting. December 1998.

28. Serecon Management Consulting Inc. "Consensus-based prairie agriculture and agri-food scenarios to 2005."Edmonton 1999.

À venir :

Junkins, B., S. Kulshreshtha, P. Thomassin, A. Weersink, K. Parton, R. Desjardins, M. Boehm, R. Gill, C. Dauncey. "Analysis of strategies for reducing greenhouse gas emissions from Canadian agriculture." Technical report to the Agriculture and Agri-Food Table. Policy Branch, Ottawa: AAFC, 2000.

Annexe A

Membres de la Table de l'agriculture et de l'agroalimentaire

Membre	Organisme
Coprésidents	
Les Haley	Agriculture et Agroalimentaire Canada
Garth Sundeen	Fédération canadienne de l'agriculture
Membres	
André Bédard/	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Jean-Paul Lussia-Berdou	
Jean Brodeur	Coopérative fédérée du Québec
Jim Bruce	Soil and Water Conservation Society
David Burton	Société canadienne de la science du sol
Jean Louis Daigle/	Centre de conservation des sols et de l'eau de l'est du Canada
Gordon Fairchild	
Peter Dzikowski	Alberta Agriculture, Food and Rural Development
Jim Farrell/	Institut canadien des engrais
John Harapiak	
Sheila Forsyth	Comité national de l'environnement agricole
Alexandre Lefebvre/	Conseil canadien du porc
Eric Aubin	
Richard Gray	Université de la Saskatchewan
Suren Kulshreshtha	Agriculture et Agroalimentaire Canada
Daniel Masse	Agriculture et Agroalimentaire Canada
Douglas Mutch	Conseil des grains du Canada
Katharine Schmidt/	Fabricants de produits alimentaires et de consommation du Canada
Susan Antler	
Paul Smith	Agriculture et Aménagement rural - Nouveau-Brunswick
Peggy Strankman	Canadian Cattlemen's Association
Ed Tyrchniewicz	Institut international du développement durable
Karin Wittenberg	Université du Manitoba
Nigel Wood	Agriculture, Alimentatione et Affaires rurales - Ontario
Brian Yusishen	Ministère de l'Agriculture du Manitoba
Secrétariat national du changement climatique	

Annexe B

Dates et lieux des réunions de la Table de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire

		Réalisations
30 juin 1998	Réunion préalable de la Table, Toronto, Ont.	
9 septembre 1998	Winnipeg-Ottawa (Vidéoconférence)	• Identification des secteurs exigeant d'autres études • Discussion des éléments exigeant une action rapide
23 octobre 1998	Winnipeg, Man.	• Premier examen du Document de base • Mise à jour concernant les projets pressants • Présentation par le PAMI
19 & 20 novembre 1998	Montréal, Qc	• Présentation et discussion des études demandées • Début de la collaboration avec la Table du secteur forestier
14 & 15 décembre 1998	Calgary, Alb.	• Priorisation des mesures pour l'analyse de la Phase I • Établissement des équipes à contrat de la Phase I • Décision de donner à contrat le Document de base de la transformation des aliments • Présentations de l'ARAP, de l'Alberta Food Processing Industry, de l'Institut canadien des engrais, de la Table de l'éducation et de la sensibilisation du public et du Groupe de l'analyse et de la modélisation
27 janvier 1999	Hull, Qc	• Présentation sur l'inventaire des émissions de GES et l'échange de droits d'émission • Présentation de BIOCAP • Discussion de la modélisation pour la Phase II
19 février 1999	(Appel conférence)	Publication des DDP pour les études de la Phase I Création d'un sous-comité pour le Rapport sur les options

6 & 7 avril 1999	Winnipeg, Man.	•Examen final du Document de base
		• Rapport de la Table des puits et de la Table du renforcement des mesures volontaires
6 & 7 mai 1999	Ottawa, Ont.	•Annonce des entrepreneurs retenus pour les études de la Phase I
		• Présentation sur les échanges de droits d'émission
		• Rapports de la Phase I - Gestion des éléments nutritifs, Gestion des sols et Gestion des fumiers
		• Rapport du sous-comité de la Table des puits
		• Présentation sur l'adaptation en agriculture
9-11 juin 1999	Truro, N.-É.	• Présentation des dernières études de la Phase I
		• Choix des options pour passer à l'étape II de la Phase I.
		• Présentation sur l'analyse de la Phase II
22 & 23 juillet 1999	Ottawa, Ont.	• Examen de l'analyse de la Phase II
		• Élaboration du Rapport sur les options
26 & 27 août 1999	Ottawa, Ont.	• Examen de l'analyse de la Phase II
		• Élaboration du Rapport sur les options
15 octobre 1999	Ottawa, Ont.	• Présentation du Rapport sur les options
		• Évaluation des actions et mesures
15 novembre 1999	Toronto, Ont.	• Discussion du Rapport sur les options
30 novembre 1999	Appel-conférence	• Approbation finale du Rapport sur les options

Annexe C

Documents d'experts présentés à la réunion de Montréal de la Table de l'agriculture et de l'agroalimentaire. Les textes complets sont disponibles auprès du Bureau de l'environnement d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Leurs résumés sont offerts sur Internet à : (http://aceis.agr.ca/policy/environment/sustainability/stewardship/climate_change/table/abstract.html)

Greenhouse Gas Emissions from Agriculture and the Canadian Commitment at Kyoto	Charles Mrena
Land Use and Climate Change	Charles Mrena
Nitrous Oxide Emissions from Canadian Agroecosystems: Understanding the Process	R.L. Lemke, P. Rochette, and E. VanBochove
Developing methods to predict N_2O emissions in crop production systems	W.N. Smith, R. Lemke, R.L. Desjardins
Quantifying, predicting and verifying changes in soil carbon	B.H. Ellert
Validating Greenhouse Gas Flux Estimates from Agroecosystems	E. Pattey and R.L. Desjardins
IPCC Greenhouse Gas Accounting and Agriculture	Marie Boehm and Ira Altman
The Economics Of Reduced Tillage And Reduced Summer Fallow In Crop Production In Canada: A Review Of Available Evidence	Michael Rossetti and Glenn Fox
Economics of Biofuels	Ewen Coxworth and Andre Hucq
Greenhouse Gas Emissions From Manure and Measures For Their Mitigation	Daniel I. Massé and Francis Croteau
Potential For Reducing GHG Emissions From Domestic Monogastric Animals	Candido Pomar
Rangeland Cattle Production And The Greenhouse Effect, A Review	J.C. Kopp and K.M. Wittenberg
Ruminant Livestock Methane Emissions: Potential for Mitigation	D. Boadi and K.M. Wittenberg
Livestock Manure Management Systems and Greenhouse Gases Production	Sylvio Tessier and Alfred Marquis
The Economics Of Modified Manure Handling Systems For Greenhouse Gas Reductions	Gregory De Vos, Alfons Weersink, Peter Stonehouse
The Economic Feasibility of Modified Feed and Rumen Management to Reduce GHG Emissions	Scott R. Jeffrey
Adapting to Climate Change in Canadian Agriculture	Allen Tyrchniewicz
How Will Greenhouse Gas Policy Affect The Competitiveness Of Canadian Agriculture	Allen Tyrchniewicz
Complimentarities And Conflicts In Policies Relating To GHG Emissions And Agriculture	Edward Tyrchniewicz
Clean Development Mechanisms And Agriculture	Edward Tyrchniewicz
Non-Market Policy Instrument Options For Reduced GHG Emissions From Agriculture	Don Buckingham and Cynthia Kallio Edwards
Incentives For Early Action And Timing Of Greenhouse Gas Policies For Agriculture	Richard Gray and Dan Monchuk
Market Instruments Options For Reduced GHG Emissions from Agriculture	Allen Tyrchniewicz

Annexe D

Les tableaux 1 à 9 indiquent les technologies et stratégies de réduction présentées à la Table de l'agriculture et de l'agroalimentaire sur le changement climatique examinées dans l'élaboration du Rapport sur les options et de ses recommandations.

TABLEAU 1. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES PRAIRIES AGRICOLES

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Amélioration de la gestion du broutage sur les prairies indigènes - suppléments alimentaires stratégiques. (10)******				
Amélioration de la gestion du broutage sur les parcours indigènes - pâturage complémentaire. (7)	139 985 750			
Amélioration de la gestion du broutage sur les parcours indigènes - réduction des charges. (7)	342 464 550		Augmentation des coûts de production	
Augmentation du broutage en rotation sur les prairies naturelles de l'est du Canada. (7)	34 929 550			

****** Les chiffres entre parenthèses renvoient aux références.

Broutage en rotation sur les prairies artificielles des écozones maritimes de l'Atlantique et du Pacifique, et de l'écozone des plaines à forêts mixtes. (7)	17,7		Les producteurs devront devenir de meilleurs gestionnaires des pâturages	
Couverture des terres cultivables très érodées avec des herbages permanents. (7)	126,6			
Augmentation des fourrages en rotation, de 50 % à 70 %. (7)	448		Réduction des cultures annuelles et possibilité d'excédent de fourragel	
Conversion des cultures de luzerne de la région de transition entre la tremblaie-parc et la zone boréale en parcours indigènes. (7)	269			Réduction des revenus dans les zones visées
Remplacement des sources commerciales d'azote par l'azote du fumier pour la fertilisation des cultures de foin. (7)	26 794			
Optimisation de la fertilité du sol et de la gestion du broutage sur les prairies artificielles de l'ouest du Canada. (7)	38,1			
Introduction de mélanges graminées-légumineuses et du broutage en rotation dans les écozones du Bouclier boréal, de la Cordillère montagneuse, de la zone de transition entre la tremblaie-parc et la zone boréale et les basses-terres de la rivière de la Paix. (7)	32,2		Augmentation des coûts de production	
Réduction des charges sur les prairies artificielles surpâturées dans les régions de prairies sèches. (7)	14,5			

TABLEAU 2. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES GESTION DES SOLS DES TERRES CULTIVÉES

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Élaboration de pratiques novatrices de séquestration en profondeur du carbone.				
Accentuation des recherches visant à réduire le risque et à augmenter la production avec les pratiques de travail du sol réduit.				
Développement de données de référence; quantification des émissions de toutes les sources; comparaison des scénarios de gestion dans les diverses régions du Canada. Il faut peaufiner les modèles en y intégrant des données exactes et les cibler à la fois sur le CO_2 et le N_2O. Les modèles actuels sont Expert-N, CENTURY, DeNitrification DeComposition et ECOSYS. (16)				

Au lieu de consacrer beaucoup de ressources à tenter de mesurer le C du sol et ses variations, pour ensuite développer des modèles complexes entachés de beaucoup d'incertitude, on devrait se concentrer sur des critères pour déterminer la perte ou le gain de C du sol; p. ex. une mesure de la biomasse végétale retournée au sol chaque année.				
Réduction du brûlage des résidus de récolte et encouragement à les laisser sur place en hiver.	Bas	Effet net de réduction des GES inconnu	Augmentation des problèmes de maladies des cultures au champ - ne convient qu'aux sols de texture moyenne à grossière	
Épandage de fumier et de boues résiduaires sur les terres comme source d'éléments nutritifs.		Effet net de réduction des GES inconnu		
Généralisation de l'accès aux analyses de sol et encouragement de l'agriculture de précision.		Devrait réduire les émissions de N_2O, mais on ne sait pas à quel point	Augmentation des coûts de production	
Accroissement de la superficie cultivée avec travail du sol réduit ou nul.	110 000 à 2 468 000	Difficile de mesurer les gains de C du sol - peu de données régionales sur les différences d'émissions de N_2O liées aux divers systèmes de travail du sol	Peut influer sur l'émergence et la croissance de certaines plantes cultivées de l'est du Canada en raison de sols plus frais au printemps	Augmentation de l'utilisation d'herbicides

Réduction de la jachère.	188 00 à 662 000		Augmentation du risque de rendement médiocre dans les régions plus arides - hausse des besoins en engrais et en herbicides	

TABLEAU 3. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES
GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DES SOLS

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Déterminer les impacts de la forme et du mode d'épandage des engrais, des cultures de légumineuses et des systèmes de travail du sol sur les émissions de N_2O, et en particulier de leurs interactions. (16, 14)				
Comprendre les moteurs et les mécanismes des émissions de N_2O au dégel printanier et pendant l'hiver, et élaboration de stratégies de baisse des émissions pour diverses régions du Canada. (14)		-		
Déterminer les rapports de N_2O produit par unité de NH_4^+ ou de NO_3^- dénitrifiés. (14)				
Quantifier les contributions de l'agriculture aux émissions de N_2O hors site. (14)				
Déterminer la répartition des sources d'émissions de N_2O. (14)				

Déterminer la relation entre la texture du sol et les pertes annuelles de N_2O . (9)				
Effectuer des analyses du sol au semis et adopter une réduction de 20 kg par ha de l'application de N dans les cultures de maïs en Ontario.	136 400	Confirmer au niveau local des courbes de réponse	Perte de revenu de 6,00 $ par hectare	
Réduire l'application de N en automne dans les Prairies et la région de la rivière de la Paix, en Colombie-Britannique. (9)	589 à 1 209	Taux actuels d'application en automne inconnus. Changement des émissions de N_2O avec le changement de moment d'application inconnu. Exige un vaste programme d'information technique et de transfert pour les régions et cultures visées.	Réduit la période de travail aux champs. Incertitude sur les valeurs basses de la fertilisation d'automne. L'industrie des engrais aura besoin d'un calendrier plus serré de production, de stockage et de livraison.	
Ajuster l'application de N à une partie plus efficace de la courbe de rendement dans le Canada atlantique, en : - diminuant l'application de N à la culture suivant les pommes de terre; - scindant l'application de N aux pommes de terre; - effectuant une réduction environnementale sur les pommes de terre. (9) au Québec, en : - utilisant des analyses du sol et des tiges pour mieux ajuster les applications aux besoins de la culture. (9)		Exige la capacité de doser les nitrates du sol et d'analyser les tiges. Élaborer des courbes de réponse au niveau local.		

Minimiser les concentrations de NO_3 dans la solution du sol en hiver et au dégel printanier en : - utilisant des cultures-abris après la récolte; - incorporant les résidus de récolte à haut rapport C/N; - utilisant des cultures intercalaires; - utilisant une technologie de taux variable dans les régions vallonnées pour ajuster le N appliqué au potentiel de rendement des régions plus sèches. (12)		Besoin d'estimations quantitatives des impacts de diverses technologies de réduction sur une base régionale.		
Gérer l'application de fortes doses d'azote du fumier au printemps et en automne en Colombie-Britannique. (9)	1 271 000 à 26 350 000	Taux actuels d'application en automne inconnus. Mettre en place un vaste programme d'information technique et de transfert pour les régions et cultures visées. Élaborer de meilleures estimations quantitatives des réductions de N_2O découlant des changements des pratiques.		

Maintenir des conditions de bonne aération et gestion du C soluble et de l'eau pour minimiser la dénitrification par : - l'incorporation en surface du fumier; - une distribution uniforme du N; - la gestion des résidus de récolte; - l'ajustement du pH du sol pour réduire la vitesse de dénitrification. (8)				
Choisir le moment de disponibilité du N en fonction des besoins des cultures, par : - le développement et l'utilisation d'engrais à libération contrôlée; - le développement et l'utilisation d'inhibiteurs de l'uréase et de la nitrification; - l'usage accru des applications fractionnées de N (épandage en bandes latérales); - l'utilisation des légumineuses dans les rotations. (9)				
Gérer la profondeur des processus de nitrification et dénitrification. (9)				
Gérer le carbone du fumier, du compost, des résidus de légumineuses et autres résidus de récolte. (8)				

TABLEAU 4. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES
ALIMENTATION ET GESTION DU BÉTAIL

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Utilisation accrue d'agents de stimulation de la production pour réduire les émissions de GES par unité de produit des bovins laitiers ou de boucherie, et d'autres ruminants. (10)				-
Amélioration de la gestion des animaux pour réduire les émissions de GES par unité de produit pour tous les systèmes de production animale. - amélioration de la génétique; - amélioration de la reproduction; - maîtrise des maladies. (10, 15)				-
Développement d'une base de données sur les émissions entériques des ruminants dans les systèmes de production canadiens. (10, 13)				

Amélioration de 10 % de la performance de croissance des porcins. (1)	6 300 à 12 642; production de N du fumier : 16 833 000 à 33 666 000 tonnes par an	Potentiel génétique des porcins inconnu	Peut faire monter les coûts de production	Peut compromettre le bien-être des animaux
Ajouter des phytates dans le régime alimentaire des porcs. (1)	6 300 à 12 642; production de N du fumier : 14 896 000 à 29 793 000 tonnes par an	Recherche pour évaluer la forte réposne des animaux à la phytase dans les systèmes canadiens	Peut faire monter les coûts de production	
Commercialisation de verrats plutôt que de castrats. (1)	3 906 à 7 791; production de N du fumier : 7 368 000 à 14 736 000 tonnes par an	Besoin de recherches sur l'alimentation des verrats Besoin de recherches en vue de minimiser l'odeur sexuelle du verrat	Besoin de légaliser l'abattage de porcs mâles entiers	Question de qualité de l'aliment liée à l'odeur sexuelle du verrat
Réduction de 10 % de l'apport de polysaccharide sans amidon. (1)	13 356 à 26 775	Résultats non concordants de l'utilisation d'enzyme		
Réduction de 15 % des protéines alimentaires dans l'alimentation de toutes les volailles. (1)	Réduction de la production de N du fumier de 7 550 à 15 105 tonnes par an		Peut faire monter les coûts de production	

Amélioration de 15 % de l'indice de conversion alimentaire de la volaille. (1)	Réduction de la production de N du fumier de 2 514 à 5 029 tonnes par an		Peut faire monter les coûts de production	
Amélioration de 5 % de la performance des poulaillers. (1)	Réduction de la production de N du fumier de 951 à 1 903 tonnes par an		Viserait les installations les moins efficaces	
Ajout de ß-glucanase à l'alimentation des volailles. (1)	283 à 565; réduction de la production de N du fumier : 951 à 1903 tonnes par an			
Réduction du N alimentaire dans la nourriture des ruminants. (1)	Réduction de la production de N du fumier de 14 700 à 22 700 tonnes par an		Peut faire monter les coûts de production	
Augmentation de la vitesse de gain chez les veaux sevrés pendant la phase de semi-finition. (1)	0		Ajuster plus étroitement les dates de sevrage et de mise sur le marché	Favorise une plus grande utilisation de l'engraissement en parcs avec impact négatif sur les gens vivant à proximité

Augmentation de la vitesse de croissance des veaux sevrés. (1)	716 000 à 964 000; réduction de la production de N du fumier : 7 200 à 9 700 tonnes par an		Problèmes commerciaux liés à l'utilisation d'implants	Utilisation accrue d'implants. Réduction de la production de P du fumier
Augmentation de la production de lait à l'aide, par exemple, d'hormones de croissance. (1)	22 000 à 44 000; réduction de la production de N du fumier : 2 000 à 4 000 tonnes par an	Utilisation de la BST pas approuvée au Canada	Amélioration de l'indice de conversion alimentaire	Réduction de la production de P du fumier
Amélioration de l'indice de conversion alimentaire chez le bétail à l'aide, par exemple, d'ionophores. (1)	196 000 à 723 000; réduction de la production de N du fumier : 1 900 à 6 900 tonnes par an	Le potentiel à long terme de réduction directe des émissions de CH_4 n'a pas été validé à une échelle commerciale	Amélioration de l'indice de conversion alimentaire	Réduction de la production de P du fumier
Amélioration de la qualité des fourrages. (1)	315 000 à 917 000; réduction de la production de N du fumier : 8 900 à 14 500 tonnes par an	Technologie à la ferme permettant d'évaluer rapidement la digestibilité et la qualité des fourrages		

Une réduction de la teneur en gras du bétail et du lait peut réduire les émissions de GES si une politique stricte est mise en place. Sinon, on peut s'attendre à des importantes hausses des émissions avec les récents changements de catégories du système canadien. (1)	478 000; réduction de la production de N du fumier de 5 000 tonnes par an	La viande à faible teneur en gras n'est pas souhaitable pour des raisons de goût et de tendreté	Réduction des coûts de production. Risque de hausse des coûts de transformation	Réduction de la teneur en gras de nos régimes alimentaires
Amélioration de la performance de reproduction du bétail. (1)	407 000 à 762 000; réduction de la production de N du fumier de 4 000 à 7 400 tonnes par an	Progrès commerciaux des technologies de la génétique et de la reproduction		
Accroissement de la gémellation chez le bétail. (1)	22 000 à 62 000; réduction de la production de N du fumier de 200 à 500 tonnes par an	Nécessité de développer des lignées de bétail qui donnent régulièrement naissance à des jumeaux avec des problèmes de vêlage minimaux		
Utilisation d'inhibiteurs spécifiques du méthane (c.-à-d. bromochlorométhane complexé avec cyclodextrine ou hydrate d'amichloral). (1)	7 506 000	Aucun composé encore homologué pour utilisation Les effets des inhibiteurs sur la performance des animaux et la qualité des produits ne sont pas connus		Possibilité de résistance du public à une utilisation généralisée d'inhibiteurs chimiques

Addition de nitrates à l'alimentation des ruminants comme inhibiteur compétitif du méthane. (1)	129 000 à 165 000	Peut être toxique; il faut faire des recherches sur les niveaux optimaux		Peut causer de petites hausses de la production de N du fumier
Addition de malate à l'alimentation des ruminants. (1)	71 000 à 263 000 et réduction de la production de N du fumier de 700 à 2 700 tonnes par an	Technologie encore au stade expérimental		

TABLEAU 5. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES SÉQUESTRATION DU CARBONE PAR UTILISATION DES RÉSIDUS DE RÉCOLTE DANS DES PRODUITS INDUSTRIELS

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Utiliser les surplus de paille de la production de blé et de graines fourragères pour la fabrication de carton paille. (2)	3 544 164			Devrait être évitée dans les zones de luvisols brun-gris, à cause de l'érosion
Utiliser la paille de lin dans la production de plastiques composites industriels. (2)	295 068	Réductions nettes de GES inconnues		
Utiliser la paille pour la construction de maisons en balles de paille. (2)			Il est possible de construire des maisons à haute efficacité énergétique avec d'autres matériaux à forte teneur en carbone	

TABLEAU 6. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES
GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Augmentation de l'utilisation de l'irrigation en Colombie-Britannique, en Alberta et en Saskatchewan.[§] (6) [§] Note : Au Manitoba, l'augmentation de l'irrigation s'est traduite par une augmentation nette des GES, ou n'a pas eu d'impact	62 à 82	Le coût des infrastructures d'approvision-nement en eau n'est pas connu Les effets nets de l'irrigation sur le flux de N_2O en provenance de la terre ne sont pas connus	Réduction de la dépendance aux conditions météo et augmentation des rendements, mais augmentation des coûts de production	Augmentation du risque de contamination de l'eau souterraine. Demande accrue en eau de surface et souterraine, menant à un risque de problèmes de propriété et de conflit avec les utilisations non agricoles

Utilisation plus efficace de l'énergie et de l'eau pour les systèmes d'irrigation. (6)	220	Il faudra disposer des rapports coûts/avantages des systèmes d'irrigation de remplacement en ce qui concerne les émissions nettes de GES et les recettes agricoles	Le passage aux sources d'énergie de remplacement entraînera des coûts d'infrastructure	
Utilisation plus efficace des engrais sur les terres irriguées. (6)				
Accroissement de 40 000 ha au-dessus du point de référence MSQ de la superficie à meilleur drainage de surface. (6)	0		Coût estimatif de 1 100 $ par ha. Pourrait augmenter les rendements de 20 %.	Possibilité d'accroissement des rejets de contaminants via les fossés de drainage.
Accroissement de 631 200 à 3 713 400 ha au-dessus du point de référence MSQ de la superficie avec drainage souterrain. (6)			Coût estimatif de 1 100 $ par ha. Pourrait augmenter les rendements de 20 à 50 %.	
Accroissement de 37 200 à 7 143 000 ha au-dessus du point de référence MSQ de la superficie sur laquelle on utilise une nappe phréatique contrôlée. (6)	0		Coût estimatif de 625 $ par ha. Pourrait augmenter les rendements de 5 à 15 %.	Possibilité d'accroissement des rejets de contaminants via les fossés de drainage.

Accroissement de 40 000 à 80 000 ha au-dessus du point de référence MSQ de la superficie utilisée comme terrasses de dérivation et voies d'eau enherbées. (6)	14 100		Perte de revenu pour les terres mises hors production. Coûts d'infrastructure estimés entre 5 000 $/ha pour les terrasses et 10 000 $/ha pour les voies d'eau.	
Accroissement de 50 000 à 100 000 ha au-dessus du point de référence MSQ de la superficie utilisée comme bande de filtration ou bassin de sédimentation. (6)	4 890		Perte de revenu pour les terres mises hors production. Coûts d'infrastructure estimés à 2 000 $/ha.	
Accroissement de 598 000 ha au-dessus du point de référence MSQ de la superficie utilisée comme milieu humide agricole (dont les zones riveraines). (6)	1 902 400		Perte de revenu pour les terres mises hors production. Coûts d'infrastructure estimés à 5 000 $/ha. Augmentation des dommages dus aux ravageurs.	Les milieux humides peuvent devenir d'importantes sources de GES si, plus tard, ils sont drainés ou asséchés à cause d'une baisse des précipitations ou d'une élévation de la température (réchauffement planétaire).

TABLEAU 7. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES
GESTION DES FUMIERS

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Élaborer, pour les producteurs de bétail, un système informatique d'appui décisionnel (c.-à-d. MCLONE) qui traite la gestion du fumier du point de vue de l'apport alimentaire, de la manutention et du stockage du fumier, de l'épandage, de l'incorporation dans le sol et de l'absorption par les cultures. (12)		Données disponibles limitées		
Appuyer les recherches visant à déterminer les taux d'émission de CH_4, CO_2 et N_20 sur toute la durée du stockage du fumier pour de nombreux types de fumier et de conditions climatiques. (12, 17)		Les meilleures pratiques de gestion préconisées n'ont pas été évaluées en termes d'émissions de GES.		
Prendre les mesures nécessaires pour que la prochaine enquête sur les exploitations agricoles menée par Recensement du Canada fournisse des informations sur le stockage du fumier et son épandage plus utiles pour estimer les émissions de GES. (17)				

Examiner les émissions de GES des litières accumulées, puisque cette pratique est préconisée comme système écologique de gestion du fumier. (17)		Les meilleures pratiques de gestion préconisées n'ont pas été évaluées en termes d'émissions de GES.		
Encourager un changement des pratiques de gestion dans les systèmes à fumier solide des étables, pour y inclure une utilisation moindre des litières organiques (paille et copeaux de bois), un enlèvement plus fréquent du fumier, et le maintien d'installation propres et sèches. (3)				
Encourager une gestion plus intensive des pacages avec moins de surpâturage. (7, 3)				
Les installations avec systèmes de manutention du fumier liquide devraient envoyer celui-ci au stockage plus rapidement, séparer les solides des liquides, et maintenir les lieux propres et secs. (3)				
Les installations de stockage du fumier devraient être conçues pour augmenter la capacité de stockage, et réduire la surface exposée et la température de stockage. (3)				
Les systèmes de stockage du fumier solide devraient être couverts (toit), et avoir une base imperméable et un système de maîtrise du ruissellement. (5)	440 000 à 1 310 000		Coût de la couverture du fumier stocké	
Les réservoirs et bassins à fumier devraient être couverts. (5)	560 000 à 5 510 000		Coût de la couverture du fumier stocké	
Les fosses ou réservoirs de béton situés sous les étables devraient être couverts et maintenus à de basses températures. (3)				

Utiliser des réservoirs à chargement par le bas pour réduire l'aération. (3)				
Développer et encourager l'utilisation d'acidifiants et d'inhibiteurs de la nitrification pour le stockage de fumier liquide et semi-solide. (3)				
Encourager le compostage contrôlé. (3)			Immobilisations élevées	
Encourager la digestion anaérobie. (3)			Immobilisations élevées	
Séparer les solides des liquides. (3)			Immobilisations élevées	
Construire de grandes installations centralisées desservant plusieurs élevages. (3)			Immobilisations élevées	Source potentielle d'énergie
Épandre le fumier en fonction des résultats des analyses du sol. (9, 3)				
Injecter ou incorporer immédiatement le fumier dans le sol. Promouvoir l'application en bandes. (3)			Convient aux sols de texture grossière et moyenne	
Choisir le moment d'épandage en fonction des besoins de la culture. Éviter d'en appliquer à l'automne. (5)	500 000		Créneau très étroit entre le dégel printanier et les semailles. Augmentation des problèmes de compaction du sol et des coûts de stockage du fumier.	

Modifier l'alimentation des animaux pour réduire l'élimination d'azote dans le fumier. (1, 5)				
Les stratégies de réduction devraient viser la réduction des GES, et non le recyclage des éléments nutritifs. (12)				

TABLEAU 8. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES PLANTATION DE BRISE-VENT ET D'ARBRES DANS LES COURS DE FERME

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Encourager la plantation d'arbres comme brise-vent dans les cours de ferme, et en bordure de champs et de chemins. (27)	4 458 480		Coûts des terres mises hors production	

TABLEAU 9. RÉSUMÉ DES TECHNOLOGIES ET STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES GES CONSIDÉRÉES PRODUCTION DE BIOCOMBUSTIBLES

Action/technologie de réduction des GES	Potentiel de réduction des GES (tonnes d'équivalent-CO_2 par an) établi sur la base d'une moyenne sur 20 ans	Obstacles à l'adoption		
		Technologie pas encore au stade de l'utilisation commerciale ou potentiel de réduction incertain	Conséquences négatives pour l'économie	Conséquences négatives pour l'environnement ou pour la santé
Effectuer une analyse de cycle complet des usines modernes d'éthanol du Canada, y compris les impacts directs et indirects sur les émissions de GES. (24, 11)				Augmentation du coût des produits céréaliers pour le consommateur
Analyser les avantages des usines régionales d'éthanol en termes de réduction des coûts de transport des combustibles et des émissions de GES qui en découlent. (11)				Augmentation du coût des produits céréaliers pour le consommateur
Mener des discussions de type Delphi sur les orientations et stratégies futures visant les biocombustibles. Inclure les compagnies d'énergie, les entreprises commerciales de biocombustibles, les organismes agricoles, les organismes visant les énergies renouvelables, les chercheurs, les gouvernements, les consultants, etc. (24, 11)				Augmentation du coût des produits céréaliers pour le consommateur

Récolter des biocombustibles sur les prairies, en utilisant des espèces à haut pouvoir de fixation du carbone comme le panic. (7)				